



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 059 234 A1** 2007.06.28

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 059 234.4**

(22) Anmeldetag: **13.12.2006**

(43) Offenlegungstag: **28.06.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F28F 9/02** (2006.01)

**B21D 53/04** (2006.01)

**F25B 39/02** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**2005-360387 14.12.2005 JP**

(74) Vertreter:

**Paul und Kollegen, 41460 Neuss**

(71) Anmelder:

**SHOWA DENKO K.K., Tokio/Tokyo, JP**

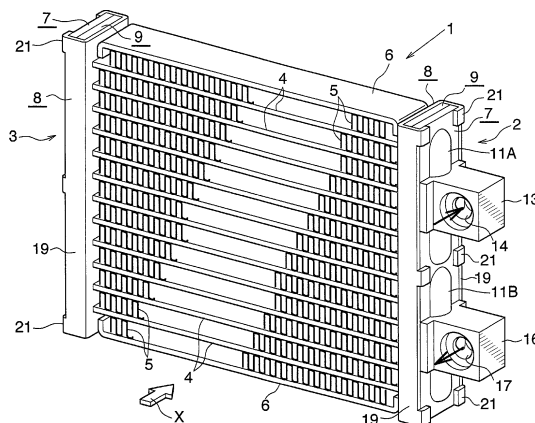
(72) Erfinder:

**Minami, Kazuhiko, Oyama, Tochigi, JP; Sasaki, Hironaka, Oyama, Tochigi, JP; Igawa, Shunsuke, Oyama, Tochigi, JP**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Wärmetauscher**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte, welche für einen Sammelbehälter-Tank eines Wärmetauschers verwendet wird, ist so konfiguriert, dass eine Außenplatte, eine Innenplatte und eine Zwischenplatte, welche zwischen der Außen- und Innenplatte liegt, miteinander in Lagen verlötet sind. Ein dicker Bereich wird an einer Außenplatte bildenden Metallplatte an einem Mittelbereich in Bezug auf die Breitenrichtung von ihr ausgebildet. Anschließend wird ein Pressvorgang an der die Außenplatte bildenden Metallplatte vorgenommen, um den nach außen gewölbten Bereich unter Verwendung des dicken Bereichs auszubilden. Ein Verbindungsbereich, welcher einen Krümmungsradius von 1 mm oder weniger besitzt, wird zwischen einer Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereichs und Flächen der Außenplatte, welche an den gegenüberliegenden Seiten des nach außen gewölbten Bereichs liegen, ausgebildet. Dieses Verfahren ermöglicht die Herstellung einer Außenplatte, welche das Gewicht reduziert und dabei einen ausreichenden Druckwiderstand gewährleistet.



**Beschreibung**

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Wärmetauscher und ein Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte, welche für Sammelbehälter-Tanks eines Wärmetauschers verwendet wird. Insbesondere betrifft die Erfindung einen Wärmetauscher, der in vorteilhafterweise als ein Gaskühler oder ein Verdampfer eines überkritischen Kältekreislaufes verwendet werden kann, in welchem ein CO<sub>2</sub> (Kohlendioxid) Kältemittel oder ein ähnliches überkritisches Kältemittel verwendet, und ein Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte, welche für Sammelbehälter-Tanks eines solchen Wärmetauschers eingesetzt wird.

**[0002]** Hier und in den angefügten Ansprüchen bedeutet der Begriff „überkritischer Kältekreislauf“ einen Kältekreislauf, in welchem sich ein Kältemittel auf der Hochdruckseite in einem überkritischen Zustand befindet, d.h. es einen Druck oberhalb eines kritischen Druckes hat. Der Begriff „überkritisches Kältemittel“ bedeutet ein Kältemittel, welches in einem überkritischen Kältekreislauf verwendet wird. Auch wird hier und in den beiliegenden Ansprüchen die stromabwärtige Seite des Luftstromes (dargestellt durch einen Pfeil X in der [Fig. 1](#)) durch Luftdurchtrittsspalte zwischen benachbarten Wärmetauscherrohren als die „Vorderseite“ und die gegenüberliegende Seite als die „Rückseite“ bezeichnet werden.

**[0003]** Bekannte konventionelle Wärmetauscher zur Verwendung in einem überkritischen Kältekreislauf beinhalten ein Paar von Sammelbehältern, welche beabstandet voneinander angeordnet sind, flache Wärmetauscherrohre, welche parallel in Abständen zwischen den zwei Sammelbehälter-Tanks angeordnet sind und gegenüberliegende Endbereiche aufweisen, die mit den jeweiligen Sammelbehälter-Tanks verbunden sind, und Rippen, welchen in jeweiligen Luftdurchlaßspalten zwischen benachbarten Wärmetauscherrohren angeordnet sind (es wird auf die offengelegte japanische Patentanmeldung (kokai) Nr. 2005-300135 verwiesen). Jeder der zwei Sammelbehälter-Tanks ist so konfiguriert, dass eine Außenplatte, eine Innenplatte und eine Zwischenplatte, welche zwischen der Außen- und der Innenplatte liegt, in Lagen miteinander verlötet sind. Die Außenplatte weist einen nach außen gewölbten Bereich auf, welcher sich in deren Längsrichtung erstreckt und eine Öffnung aufweist, die von der Zwischenplatte verschlossen ist. Die Innenplatte weist eine Mehrzahl von Rohreinsetzöffnungen in der Form von Durchgangsöffnungen auf, welche in einem Bereich, der mit dem nach außen gewölbten Bereich der Außenplatte kommuniziert, ausgebildet und beabstandet voneinander in deren Längsrichtung angeordnet sind. Die

Zwischenplatte weist eine Mehrzahl von Kommunikationsöffnungen auf, welche etwas größer als die Rohreinsetzöffnungen der Innenplatte sind und die Form von Durchgangsöffnungen haben, wobei sie dafür ausgebildet sind, den jeweiligen Rohreinsetzöffnungen zu erlauben, mit dem Inneren des nach außen gewölbten Bereichs der Außenplatte zu kommunizieren. Gegenüberliegende Endbereiche der Wärmetauscherrohre sind durch die jeweiligen Rohreinsetzöffnungen der Innenplatten und in die jeweiligen Kommunikationsöffnungen der Zwischenplatten der zwei Sammelbehälter-Tanks eingesetzt. Die gesamten äußeren Umfangsoberflächen der gegenüberliegenden Endbereiche der Wärmetauscherrohre sind mit den jeweiligen gesamten Umfangswandoberflächen der Rohreinsetzöffnungen der Innenplatten der zwei Sammelbehälter-Tanks verlötet.

**[0004]** Wenigstens ein nach außen gewölbter Bereich von jedem Sammelbehälter-Tank dient als ein als nach außen gewölbter Bereich ausgebildeter Kältemittelströmungskanal, in welchem das Kältemittel in seiner Längsrichtung strömt. In jedem Sammelbehälter-Tank sind die Kommunikationsöffnungen der Zwischenplatte, welche mit dem als Kältemittelströmungsabschnitt, der durch einen nach außen gewölbten Bereich gebildet ist, durch Kommunikationsbereiche, welche in der Zwischenplatte ausgebildet sind, verbunden.

**[0005]** In dem in der Publikation beschriebenen Wärmetauscher wird die Außenplatte, welche eine relativ große Dicke hat, durch einen Preßvorgang hergestellt, um den Druckwiderstand von jedem Sammelbehälter-Tank zu erhöhen.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0006]** Eine Aufgabe der vorliegenden erfindungsgemäß ist es, das obige Problem zu lösen und einen Wärmetauscher, der ein reduzierte Gewicht besitzt und dessen Sammelbehälter-Tank einen ausreichenden Druckwiderstand besitzt, und ein Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte, welche für Sammelbehälter-Tanks eines Wärmetauschers verwendet wird, anzugeben.

**[0007]** Um die obige Aufgabe zu lösen, umfaßt die vorliegende Erfindung die folgenden Modi.

- 1) Ein Wärmetauscher mit einem Paar von Sammelbehälter-Tanks, die beabstandet voneinander angeordnet sind, und einer Mehrzahl von flachen Wärmetauscherrohren, die parallel zwischen den beiden Sammelbehälter-Tanks angeordnet sind und gegenüberliegende Endbereiche haben, welche mit den jeweiligen Sammelbehälter-Tanks verbunden sind, wobei jeder der beiden Sammelbehälter-Tanks so konfiguriert ist, dass eine Außenplatte, eine Innenplatte und eine Zwischenplatte, welche zwischen der Außenplatte und der

Innenplatte liegt, in Schichten zusammengelötet sind, wobei die Außenplatte einen nach außen gewölbten Bereich aufweist, der sich in ihrer Längsrichtung erstreckt und der eine Öffnung aufweist, die von der Zwischenplatte verschlossen ist, wobei die Innenplatte eine Mehrzahl von Rohreinsetzöffnungen in der Form von Durchgangsöffnungen aufweist, welche in einem Bereich, der mit dem nach außen gewölbten Bereich der Außenplatte korrespondiert, und beabstandet voneinander in ihrer Längsrichtung ausgebildet sind, und wobei die Zwischenplatte eine Mehrzahl von Kommunikationsöffnungen in der Form von Durchgangsöffnungen aufweist, welche ausgebildet sind, um den jeweiligen Rohreinsetzöffnungen der Innenplatte zu erlauben, mit dem Inneren des nach außen gewölbten Bereiches der Außenplatte zu kommunizieren, wobei die Außenplatte von jedem Sammelbehälter-Tank aus einer Metallplatte und durch einen an dieser durchgeführten Pressvorgang gebildet ist und ein Verbindungsbereich zwischen einer Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereiches der Außenplatte und einer Fläche der Außenplatte, welche mit der Zwischenplatte verbunden ist, einen Krümmungsradius von 1 mm oder weniger besitzt.

2) Ein Wärmetauscher nach Abschnitt 1), worin der Verbindungsbereich zwischen der Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereichs und der Fläche der Außenplatte, welche mit der Zwischenplatte verbunden ist, einen Krümmungsradius von 0,5 mm oder weniger besitzt.

3) Ein Wärmetauscher nach Abschnitt 1), worin die Außenplatte eine Dicke von 2 mm oder mehr aufweist.

4) Ein Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte, welche für einen Sammelbehälter-Tank eines Wärmetauschers verwendbar ist, der so konfiguriert ist, dass eine Außenplatte eine Innenplatte und eine Zwischenplatte, welche zwischen der Außenplatte und der Innenplatte liegt, in Lagen zusammengelötet sind, die Außenplatte einen nach außen gewölbten Bereich hat, der sich in eine Längsrichtung von ihr erstreckt und eine Öffnung besitzt, welche durch die Zwischenplatte verschlossen ist, die Innenplatte eine Mehrzahl von Rohreinsetzöffnungen in der Form von Durchgangsöffnungen aufweist, welche in einem Bereich, der mit dem nach außen gewölbten Bereich der Außenplatte korrespondiert, und beabstandet voneinander in ihrer Längsrichtung ausgebildet sind, und wobei die Zwischenplatte eine Mehrzahl von Kommunikationsöffnungen in der Form von Durchgangsöffnungen aufweist, welche ausgebildet sind, um den jeweiligen Rohreinsetzöffnungen der Innenplatte zu erlauben, mit dem Inneren des nach außen gewölbten Bereiches der Außenplatte zu kommunizieren, wobei das Verfahren die Schritte aufweist:

Ausbildung eines dicken Bereiches an einer die

Außenplatte bildenden Metallplatte an einem Mittelbereich in Bezug auf die Breitenrichtung von dieser, wobei der dicke Bereich dicker als der verbleibende dünne Bereich ist; und

Durchführung eines Pressvorgangs an der die Außenplatte bildenden Metallplatte, um den nach außen gewölbten Bereich unter Verwendung des dicken Bereichs so auszubilden, dass ein Verbindungsbereich, der einen Krümmungsradius von 1 mm oder weniger hat, zwischen einer Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereichs und jeder der Flächen der Außenplatte, welche an den gegenüberliegenden Seiten des nach außen gewölbten Bereichs liegen und in die innere Wandfläche übergehen, auszubilden.

5) Ein Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte, welche für einen Sammelbehälter-Tank eines Wärmetauschers verwendet wird, nach Abschnitt 1), worin der dicke Bereich gebildet wird, in dem ein Pressvorgang an der die Außenplatte bildenden Metallplatte durchgeführt wird.

6) Ein Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte, welche für einen Sammelbehälter-Tank eines Wärmetauschers verwendet wird, nach Abschnitt 5), worin der dicke Bereich der die Außenplatte bildenden Metallplatte eine Dicke hat, die das 1,05 bis 1,5-fache von der des verbleibenden dünnen Bereichs beträgt.

7) Ein Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte, welche für einen Sammelbehälter-Tank eines Wärmetauschers verwendet wird, nach Abschnitt 4), worin ein Verbindungsbereich, welcher einen Krümmungsradius von 0,5 mm oder weniger hat, zwischen der Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereichs und jeder der Flächen der Außenplatte, welche an den gegenüberliegenden Seiten des nach außen gewölbten Bereiches liegen und in die Innenwandfläche übergehen, gebildet wird.

8) Ein Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte, welche für einen Sammelbehälter-Tank eines Wärmetauschers verwendet wird, nach Abschnitt 4), worin die Außenplatte eine Dicke von 2 mm oder mehr in ihrer Endform hat.

9) Ein Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte, welche für einen Sammelbehälter-Tank eines Wärmetauschers verwendet wird, welcher so konfiguriert ist, dass eine Außenplatte, eine Innenplatte und eine Zwischenplatte, welche zwischen der Außen- und der Innenplatte liegt, miteinander in Lagen verlötet sind, wobei die Innenplatte einen nach außen gewölbten Bereich aufweist, der sich in ihrer Längsrichtung erstreckt und eine Öffnung aufweist, die von der Zwischenplatte verschlossen ist, wobei die Innenplatte eine Mehrzahl von Rohreinsetzöffnungen in der Form von Durchgangsöffnungen aufweist, welche in einem Bereich, der mit dem nach außen gewölbten Bereich der Außenplatte korrespondiert, und beabstandet voneinander in ihrer Längsrichtung ausgebildet

sind, und wobei die Zwischenplatte eine Mehrzahl von Kommunikationsöffnungen in der Form von Durchgangsöffnungen aufweist, welche ausgebildet sind, um den jeweiligen Rohreinsetzöffnungen der Innenplatte zu erlauben, mit dem Inneren des nach außen gewölbten Bereiches der Außenplatte zu kommunizieren, wobei das Verfahren die Schritte:

ein erster Pressvorgang wird an einer die Außenplatte bildenden Metallplatte durchgeführt, um einen vorläufigen gewölbten Bereich zu bilden, welcher eine Wölbungshöhe hat, die größer als die des nach außen gewölbten Bereiches ist; und ein zweiter Pressvorgang wird an der die Außenplatte bildenden Metallplatte, welche den vorläufigen gewölbten Bereich besitzt, durchgeführt, wobei die die Außenplatte bildenden Metallplatte von den gegenüberliegenden Seiten in Bezug auf die Breitenrichtung von ihr zurückgehalten wird, um den nach außen gewölbten Bereich aus dem vorläufigen gewölbten Bereich zu bilden, so dass ein Verbindungsbereich, welcher einen Krümmungsradius von 1 mm oder weniger hat, zwischen einer Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereiches und jeder der Flächen der Außenplatte, welche an den gegenüberliegenden Seiten des nach außen gewölbten Bereiches liegen und in die Innenwandfläche übergehen, gebildet wird.

10) Ein Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte, welche für einen Sammelbehälter-Tank eines Wärmetauschers verwendet wird, nach Abschnitt 9), worin der Schritt der Durchführung des zweiten Pressvorgangs umfasst, dass gegenüberliegende Seitenkantenbereiche der die Außenplatte bildenden Metallplatte unter Verwendung von einem Werkzeug, welches für den Pressvorgang verwendet wird, vor der Bildung des nach außen gewölbten Bereiches aus dem vorläufigen gewölbten Bereich abgeschnitten werden und die die Außenplatte bildende Metallplatte mit dem vorläufigen gewölbten Bereich von gegenüberliegenden Seiten in Bezug auf die Breitenrichtung von ihr unter Verwendung des Werkzeugs zurückgehalten wird.

11) Ein Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte, welche für einen Sammelbehälter-Tank eines Wärmetauschers verwendet wird, nach Abschnitt 9), worin der Verbindungsbereich, welcher einen Krümmungsradius von 0,5 mm oder weniger besitzt, zwischen der Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereiches und jeder der Flächen der Außenplatte, welche an gegenüberliegenden Seiten des nach außen gewölbten Bereiches liegen und in die Innenwandfläche übergehen, gebildet wird.

12) Ein Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte, welche für einen Sammelbehälter-Tank eines Wärmetauschers verwendet wird, nach Abschnitt 9), worin die Außenplatte eine Dicke von 2 mm oder mehr in ihrer Endform hat.

**[0008]** Bei dem Wärmetauscher von Abschnitt 1) ist die Außenplatte von jedem Sammelbehälter-Tank aus einer Metallplatte und durch einen Pressvorgang, welcher an dieser ausgeführt wird, gebildet, und ein Verbindungsbereich zwischen einer Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereiches und einer Fläche der Außenplatte, welche mit der Zwischenplatte verbunden ist, hat einen Krümmungsradius von 1 mm oder weniger. Daher wird die Spannungskonzentration an dem Verbindungsbereich zwischen der Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereiches und der Fläche der Außenplatte, welche mit der Zwischenplatte verbunden ist, abgemildert, und somit erhöht sich der Druckwiderstand des Sammelbehälter-Tanks. Da der Druckwiderstand durch die Abmilderung der Spannungskonzentration an dem Verbindungsbereich zwischen der Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereiches und der Fläche der Außenplatte, welche mit der Zwischenplatte verbunden ist, erhöht wird, kann die Dicke der Außenplatte verglichen mit dem Wärmetauscher, welcher in der oben genannten Publikation offenbart ist, verringert werden. Entsprechend kann das Gewicht der Sammelbehälter-Tanks und somit das Gewicht des gesamten Wärmetauschers, welcher die Sammelbehälter-Tanks verwendet, reduziert werden.

**[0009]** Bei dem Wärmetauscher von Abschnitt 2) hat der Verbindungsbereich zwischen der Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereiches und der Fläche der Außenplatte, welche mit der Zwischenplatte verbunden ist, einen Krümmungsradius von 0,5 mm oder weniger. Daher wird die Spannungskonzentration an dem Verbindungsbereich zwischen der Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereiches und der Fläche der Außenplatte, welche mit der Zwischenplatte verbunden ist, noch effektiver abgemildert, und somit erhöht sich der Druckwiderstand der Sammelbehälter-Tanks noch mehr.

**[0010]** Da bei dem Wärmetauscher von Abschnitt 3) die Außenplatte eine Dicke von 2 mm oder mehr hat, erhöht sich der Druckwiderstand der Sammelbehälter-Tanks.

**[0011]** Bei dem Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte von Abschnitt 4) wird ein dicker Bereich an der die Außenplatte bildenden Metallplatte an einem Mittelbereich in Bezug auf deren Breitenrichtung ausgebildet, wobei der dicke Bereich dicker als der verbleibende dünne Bereich ist, und dann wird ein Pressvorgang an der die Außenplatte bildenden Metallplatte ausgeführt, um den nach außen gewölbten Bereich unter Verwendung des dicken Bereiches zu bilden. Daher fließt das Material des dicken Bereiches durch die Presswerkzeuge, wodurch ein Verbindungsbereich mit einem Krümmungsradius von 1 mm oder weniger zwischen der Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereiches und jeder der Flä-

chen der Außenplatte, welche an gegenüberliegenden Seiten des nach außen gewölbten Bereichs liegen und in die Innenwandfläche übergehen, gebildet werden kann. Entsprechend hat ein Wärmetauscher-Sammelbehälter-Tank, welcher die durch dieses Verfahren hergestellte Außenplatte verwendet, einen erhöhten Druckwiderstand. Als ein Ergebnis kann die Dicke der Außenplatte verglichen mit dem Wärmetauscher, welcher in der oben beschriebenen Publikation offenbart ist, verringert werden, und können das Gewicht der Sammelbehälter-Tanks und damit das Gewicht des gesamten Wärmetauschers, welcher die Sammelbehälter-Tanks verwendet, verringert werden.

**[0012]** Zusätzlich ermöglicht das Verfahren von Abschnitt 4) die Verwendung eines hochfesten Aluminiummaterials, an welchem ein Strangpressvorgang nicht ausgeführt werden kann. Dies erhöht auch den Druckwiderstand des Wärmetauscher-Sammelbehälter-Tanks, welcher die verwendete Außenplatte verwendet.

**[0013]** Bei dem Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte von Abschnitt 5) kann der dicke Bereich an der die Außenplatte bildenden Metallplatte relativ einfach hergestellt werden.

**[0014]** Gemäß dem Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte von Abschnitt 6) hat der dicke Bereich der die Außenplatte bildenden Metallplatte eine Dicke, die das 1,05 bis 1,5-fache von der des verbleibenden dünnen Bereiches beträgt. Daher tritt das Fließen des Materials von dem dicken Bereich durch die Presswerkzeuge ohne Fehler auf, so dass die die Außenplatte bildende Metallplatte in eine Zielform umgeformt werden kann und somit ein Verbindungsbereich, welcher einen Krümmungsradius von 1 mm oder weniger hat, zwischen der Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereichs und jeder der Flächen der Außenplatte, welche auf gegenüberliegenden Seiten des nach außen gewölbten Bereichs liegen und in die Innenwandfläche übergehen, gebildet werden kann.

**[0015]** Gemäß dem Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte von Abschnitt 7) wird ein Verbindungsbereich, welcher einen Krümmungsradius von 0,5 mm oder weniger hat, zwischen der Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereiches und jeder der Flächen der Außenplatte, welche an den gegenüberliegenden Seiten des nach außen gewölbten Bereichs liegen und in die Innenwandfläche übergehen, gebildet. In einem Wärmetauscher-Sammelbehälter-Tank, welcher die durch dieses Verfahren hergestellte Außenplatte verwendet, kann die Spannungskonzentration an dem Verbindungsbereich zwischen der Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereichs und der Fläche der Außenplatte, welche mit der zwischenplatte verbunden ist, effektiver abgemil-

dert werden, und somit erhöht sich der Druckwiderstand des Sammelbehälter-Tanks noch mehr.

**[0016]** In dem Fall, wo die herzustellende Außenplatte eine Dicke von 2 mm oder mehr in ihrer Endform hat, wie dies bei dem Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte von Abschnitt 8) der Fall ist, ist die Umformung in die Endform durch einen Pressvorgang schwierig, und wenn ein Pressvorgang an der die Außenplatte bildenden Metallplatte ohne die Ausbildung des oben beschriebenen dicken Bereiches durchgeführt wird, kann ein Verbindungsbereich mit einem großen Krümmungsradius von beispielsweise 3 mm oder mehr zwischen der Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereichs und jeder der Flächen der Außenplatte, welche an den gegenüberliegenden Seiten des nach außen gewölbten Bereichs liegen und in die Innenwandfläche übergehen, gebildet werden. In einem Wärmetauscher-Sammelbehälter-Tank, der eine solche Außenplatte verwendet, konzentrieren sich Spannungen an den gelöteten Bereichen zwischen der Zwischenplatte und Bereichen der Außenplatte, welche an den vorderen und hinteren Seiten des nach außen gewölbten Bereichs liegen, wodurch der Druckwiderstand des Wärmetauscher-Sammelbehälter-Tanks abnehmen kann.

**[0017]** Selbst in einem solchen Fall kann gemäß dem Verfahren von Abschnitt 4) der Krümmungsradius des Verbindungsbereichs zwischen der Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereichs und jeder der Flächen der Außenplatte, welche an den gegenüberliegenden Seiten des nach außen gewölbten Bereichs liegen und in die Innenwandfläche übergehen, 1 mm oder weniger gemacht werden. Entsprechend können Spannungskonzentrationen an den gelöteten Bereichen zwischen der Zwischenplatte und Bereichen der Außenplatte, welche an den vorderen und hinteren Seiten des nach außen gewölbten Bereichs liegen, abgemildert werden.

**[0018]** Bei dem Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte von Abschnitt 9) wird ein erster Pressvorgang an der die Außenplatte bildende Metallplatte ausgeführt, um einen vorläufigen nach außen gewölbten Bereich zu bilden, welcher eine Wölbungshöhe hat, die größer als die des nach außen gewölbten Bereichs ist, und dann wird ein zweiter Pressvorgang an der die Außenplatte bildenden Metallplatte, welche den vorläufigen gewölbten Bereich besitzt, durchgeführt, wobei die die Außenplatte bildende Metallplatte von den gegenüberliegenden Seiten in Bezug auf die Breitenrichtung von ihr zurückgehalten wird. Daher kann der nach außen gewölbte Bereich aus dem vorläufigen gewölbten Bereich gebildet werden, und der Krümmungsradius des Verbindungsbereichs zwischen der Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereichs und jeder der Flächen der Außenplatte, welche an den gegenüberliegenden Seiten des nach außen gewölbten Bereichs liegen

und in die Innenwandfläche übergehen, kann 1 mm oder kleiner gemacht werden. Entsprechend hat ein Wärmetauscher-Sammelbehälter-Tank, welcher die durch dieses Verfahren hergestellte Außenplatte verwendet, eine erhöhte Druckfestigkeit. Als ein Ergebnis kann die Dicke der Außenplatte verglichen mit dem Wärmetauscher, welcher in der oben beschriebenen Publikation veröffentlicht ist, verringert werden, und kann das Gewicht der Sammelbehälter-Tanks und damit das Gewicht des gesamten Wärmetauschers, welcher die Sammelbehälter-Tanks verwendet, verringert werden.

**[0019]** Zusätzlich ermöglicht das Verfahren von Abschnitt 9) die Verwendung eines hochfesten Aluminiummaterials, an dem ein Strangpressverfahren nicht ausgeführt werden kann. Dies erhöht auch den Druckwiderstand des Sammelbehälter-Tanks, welcher die hergestellte Außenplatte verwendet.

**[0020]** Gemäß dem Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte von Abschnitt 10) werden, wenn der zweite Pressvorgang durchgeführt wird, Seitenkantenbereich der die Außenplatte bildenden Metallplatte unter Verwendung von einem Werkzeug, welches für den Pressvorgang verwendet wird, vor der Bildung des nach außen gewölbten Bereichs aus dem vorläufigen gewölbten Bereich abgeschnitten wird die Außenplatte bildenden Metallplatte mit dem vorläufigen gewölbten Bereich von gegenüberliegenden Seiten in Bezug auf die Breitenrichtung von ihr unter Verwendung des Werkzeugs zurückgehalten. Daher kann die die Außenplatte bildende Metallplatte von den gegenüberliegenden Seiten ohne Fehler zurückgehalten werden.

**[0021]** Gemäß dem Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte von Abschnitt 11) wird eine im Verbindungsbereich, welcher einen Krümmungsradius von 0,5 mm oder weniger besitzt, zwischen der Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereichs und jeder Flächen der Außenplatte, welche an gegenüberliegenden Seiten des nach außen gewölbten Bereichs liegen und in die Innenfläche übergehen, gebildet. Bei einem Wärmetauscher-Sammelbehälter-Tank, welcher die durch dieses Verfahren hergestellte Außenplatte verwendet, können Spannungskonzentrationen an dem Verbindungsbereich zwischen der Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereichs und der Fläche der Außenplatte, welche mit der Zwischenplatte verbunden ist, effektiver abgemildert werden, und somit erhöht sich der Druckwiderstand des Sammelbehälter-Tanks noch mehr.

**[0022]** In dem Fall, wo die herzustellende Außenplatte eine Dicke von 2 mm oder mehr in ihrer Endform hat, wie dies bei dem Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte von Abschnitt 12) der Fall ist, ist die Umformung in die Endform durch einen Pressvorgang schwierig, und wenn ein Pressvorgang an einer

die Außenplatte bildenden Metallplatte ohne die Bildung des oben beschriebenen vorläufigen gewölbten Bereichs durchgeführt wird, kann ein Verbindungsbereich mit einem großen Krümmungsradius von beispielsweise 3 mm oder mehr zwischen der Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereichs und jeder der Flächen der Außenplatte, welche an den gegenüberliegenden Seiten des nach außen gewölbten Bereichs liegen und in die Innenwandfläche übergehen, gebildet werden. In einem Wärmetauscher-Sammelbehälter-Tank, welcher eine solche Außenplatte verwendet, konzentrieren sich Spannungen an den gelöteten Bereichen zwischen der Zwischenplatte und Bereichen der Außenplatte, welche an den vorderen und hinteren Seiten des nach außen gewölbten Bereichs liegen, wodurch der Druckwiderstand des Wärmetauscher-Sammelbehälter-Tanks abnehmen kann.

**[0023]** Selbst in einem solchen Fall, kann jedoch gemäß dem Verfahren von Abschnitt 9) der Krümmungsradius der Verbindungsplatte zwischen der Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereichs und jeder der Flächen der Außenplatte, welche an den gegenüberliegenden Seiten des nach außen gewölbten Bereichs liegen und in die Innenwandfläche übergehen, 1 mm oder kleiner gemacht werden. Entsprechend können die Spannungskonzentrationen an den gelöteten Bereichen zwischen der Zwischenplatte und Bereichen der Außenplatte, welcher an den vorderen und hinteren Seiten des nach außen gewölbten Bereichs liegen, abgemildert werden.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0024]** [Fig. 1](#) ist eine perspektivische Ansicht, welche die Gesamtkonstruktion eines Gaskühlers zeigt, bei dem der Wärmetauscher gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

**[0025]** [Fig. 2](#) ist eine fragmentarische Ansicht im Vertikalschnitt, welche den Gaskühler der [Fig. 1](#) zeigt, wenn er von hinten nach vorne gesehen wird;

**[0026]** [Fig. 3](#) ist eine perspektivische Explosionsansicht, welche einen ersten Sammelbehälter-Tank des Gaskühlers der [Fig. 1](#) zeigt;

**[0027]** [Fig. 4](#) ist eine vergrößerte Ansicht im Schnitt entlang der Linie A-A der [Fig. 2](#);

**[0028]** [Fig. 5](#) ist eine vergrößerte Ansicht im Schnitt entlang der Linie B-B der [Fig. 2](#);

**[0029]** [Fig. 6](#) ist eine vergrößerte Ansicht im Schnitt entlang der Linie C-C der [Fig. 5](#);

**[0030]** [Fig. 7](#) ist ein Satz von Ansichten, welche ein Verfahren zur Herstellung der Außenplatte des ersten Sammelbehälter-Tanks des Gaskühlers von

[Fig. 1](#) zeigt;

[0031] [Fig. 8](#) ist eine perspektivische Explosionsansicht, welche ein Verfahren zur Herstellung des ersten Sammelbehälter-Tanks des Gaskühlers von der [Fig. 1](#) zeigen;

[0032] [Fig. 9](#) ist eine perspektivische Explosionsansicht, welche ein Verfahren zur Herstellung eines zweiten Sammelbehälter-Tanks des Gaskühlers von der [Fig. 1](#) zeigt;

[0033] [Fig. 10](#) ist eine Querschnittansicht, welche ein Wärmetausrohr des Gaskühlers der [Fig. 1](#) zeigt,

[0034] [Fig. 11](#) ist eine fragmentarische vergrößerte Ansicht der [Fig. 10](#);

[0035] [Fig. 12](#) ist ein Satz von Ansichten, welcher ein Verfahren zur Herstellung des Wärmetauschers, welcher in der [Fig. 10](#) gezeigt ist, zeigt und

[0036] [Fig. 13](#) ist eine Ansicht, welche ein Verfahren zur Herstellung des in der [Fig. 9](#) gezeigten Wärmetauschröhres zeigt.

#### BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0037] Als nächstes werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung im Detail mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben werden. Diese Ausführungsformen werden umgesetzt, indem ein Wärmetauscher gemäß der vorliegenden Erfindung bei einem Gaskühler eines überkritischen Kältekreislaufes verwendet wird.

[0038] In der folgenden Beschreibung werden die obere, die untere, die linke und die rechte Seite der [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) jeweils mit „oben“, „unten“, „links“ und „rechts“ bezeichnet. Weiterhin umfaßt in der nachfolgenden Beschreibung der Begriff „Aluminium“ neben reinem Aluminium auch Aluminiumlegierungen.

[0039] Die [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) zeigen die Gesamtkonstruktion eines Gaskühlers, bei dem der Wärmetauscher gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird. Die [Fig. 3](#) und [Fig. 6](#) zeigen die Konfiguration wesentlicher Bereiche des Gaskühlers der [Fig. 1](#). Die [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) zeigen ein Verfahren zur Herstellung der Sammelbehälter-Tanks. Die [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) zeigen ein Wärmetausrohr. Die [Fig. 12](#) zeigt ein Verfahren zur Herstellung des Wärmetauschröhres.

[0040] Mit Bezug auf die [Fig. 1](#) beinhaltet ein Gaskühler **1** eines überkritischen Kältekreislaufes, in dem ein überkritisches Kältemittel wie zum Beispiel CO<sub>2</sub>

verwendet wird, zwei Sammelbehälter-Tanks **2** und **3**, welche sich vertikal erstrecken und voneinander in der Links-Rechts-Richtung beabstandet sind, eine Mehrzahl von flachen Wärmetauschröhren **4**, welche parallel zwischen den zwei Sammelbehälter-Tanks **2** und **3** und beabstandet voneinander in der vertikalen Richtung angeordnet sind, gewellte Rippen **5**, welche in jeweiligen Luftdurchlaßspalten zwischen benachbarten Wärmetauschröhren **4** und auf der Außenseite der Wärmetauschröhre **4** an den oberen und unteren Enden angeordnet und jeweils mit den benachbarten Wärmetauschröhren **4** oder den Wärmetauschröhren **4** an den oberen oder unteren Enden verlötet sind, und Seitenplatten **6** aus Aluminium, welche außerhalb der jeweiligen gewellten Rippen **5** der oberen und unteren Enden angeordnet und mit diesen verlötet sind. In dem Fall dieser Ausführungsform werden der Sammelbehälter-Tank **2** auf der rechten Seite als der „erste Sammelbehälter-Tank“ und der Sammelbehälter-Tank **3** auf der linken Seite als „zweite Sammelbehälter-Tank“ bezeichnet.

[0041] Wie dies in den [Fig. 2](#) bis [Fig. 6](#) gezeigt ist, ist der erste Sammelbehälter-Tank **2** so konfiguriert, dass eine Außenplatte **7**, eine Innenplatte **8** und eine Zwischenplatte **9**, welche zwischen der Außenplatte **7** und der Innenplatte **8** liegt, miteinander in Lagen verlötet sind. Die Außenplatte **7** und die Innenplatte **8** werden jeweils aus einem Lötblech, welches eine Lötmaterialschicht auf seinen gegenüberliegenden Seiten aufweist, hier einem Aluminiumlötblech hergestellt. Die Zwischenplatte **9** ist aus einem blanken Metallmaterial, hier einem blanken Aluminiummaterial ausgebildet.

[0042] Die Außenplatte **7** weist eine Mehrzahl von, hier zwei, kuppelförmig nach außen gewölbte Bereiche **11A** und **11B** auf, welche voneinander in der vertikalen Richtung beabstandet sind. Die nach außen gewölbten Bereiche **11A** und **11B** erstrecken sich vertikal und haben dieselbe Wölbungshöhe, -länge und -breite. Bei der Außenplatte **7** ist ein Umfangsbereich um eine nach links gerichtete Öffnung von jedem der nach außen gewölbten Bereiche **11A** und **11B** mit der Zwischenplatte **9** verlötet, wodurch die Zwischenplatte **9** die nach links gerichteten Öffnungen der nach außen gewölbten Bereiche **11A** und **11B** bedeckt. Im Ergebnis dient das Innere von jedem der nach außen gewölbten Bereiche **11A** und **11B** als ein Kältemittel-Strömungsabschnitt, dessen obere und untere Enden verschlossen sind. Diese Bereiche des ersten Sammelbehälter-Tanks **2**, welche mit den jeweiligen nach außen gewölbten Bereichen **11A** und **11B** korrespondieren, dienen als jeweilige Sammelbehälterabschnitte. Der Krümmungsradius **R** eines Verbindungsbereiches **26** der Innenwandfläche zwischen jedem nach außen gewölbten Bereich **11A** und **11B** und jeder der Innenflächen der Außenplatte **7**, welche an den vorderen und hinteren Seiten des nach außen gewölbten Bereiches **11A** und **11B** vor-

gesehen sind und die sich in der Links-Rechts-Richtung erstrecken, ist nicht größer als 1 mm, vorzugsweise nicht größer als 0,5 mm (siehe [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#)). Die Außenplatte **7** hat eine Dicke von 2 mm oder mehr.

**[0043]** Ein Kältemittleinlaß **12** ist in einem Gipfelbereich des oberen nach außen gewölbten Bereiches **11A** der Außenplatte **7** ausgebildet. Ein Einlaßelement **13** aus Metall, hier einem blanken Aluminiummaterial, das einen Kältemitte-Einströmkanal **14** in Kommunikation mit dem Kältemittleinlaß **12** aufweist, ist mit der äußeren Oberfläche des nach außen gewölbten Bereichs **11A** unter Verwendung des Lötmaterials an der äußeren Oberfläche der Außenplatte **7** verlötet. Ein Kältemittelauslaß **15** ist in einem Gipfelbereich des unteren nach außen gewölbten Bereichs **11B** ausgebildet. Ein Auslaßelement **16** aus Metall, hier einem blanken Aluminiummaterial, das einen Kältemittelausströmkanal **17** in Kommunikation mit dem Kältemittelauslaß **15** aufweist, ist mit der äußeren Oberfläche des nach außen gewölbten Bereichs **11B** unter Verwendung des Lötmaterials an der äußeren Oberfläche der Außenplatte **7** verlötet. Die Außenplatte **7** wird durch einen Pressvorgang aus einem Aluminiumlötblech, das eine Lötmaterialschicht auf seinen gegenüberliegenden Seiten aufweist, hergestellt.

**[0044]** Eine Mehrzahl von Rohreinsetzöffnungen **18**, welche in der Vorne-Hinten-Richtung länglich sind, sind durch die Innenplatte **8** ausgebildet und vertikal voneinander beabstandet. Eine oberhäufige Gruppe der Rohreinsetzöffnungen **18** sind innerhalb eines vertikalen Bereichs, welcher mit dem oberen nach außen gewölbten Bereich **11A** der Außenplatte **7** korrespondiert, ausgebildet. Genauso ist eine unterhäufige Gruppe der Rohreinsetzöffnungen **18** innerhalb eines vertikalen Bereichs, welcher mit dem unteren nach außen gewölbten Bereich **11B** korrespondiert, ausgebildet. Die Rohreinsetzöffnungen **18** haben eine Vorne-nach-Hinten-Länge, die etwas länger als die Vorne-nach-Hinten-Breite der nach außen gewölbten Bereiche **11A** und **11B** ist, so dass die vorderen und hinteren Endbereiche der Rohreinsetzöffnungen **18** jeweils nach außen über die vorderen und hinteren Ende der nach außen gewölbten Bereiche **11A** und **11B** vorstehen. Die vorderen und hinteren Kantenbereiche der Innenplatte **8** weisen jeweils integrale Abdeckwandungen **19** auf. Die Abdeckwandungen **19** ragen derart nach rechts vor, dass ihre Enden die äußere Oberfläche der Außenplatte **7** erreichen und die jeweiligen Grenzbereiche zwischen der Außenplatte **7** und der Zwischenplatte **9** entlang der Gesamtlänge der Grenzbereiche bedecken. Die Abdeckwandungen **19** sind jeweils mit den vorderen und hinteren Seitenoberflächen der Außenplatte **7** und der Zwischenplatte **9** verlötet. Das vorstehende Ende jeder der Abdeckwandungen **19** weist eine Mehrzahl von integral ausgebildeten Eingriffsberei-

chen **21** auf, welche vertikal beabstandet voneinander sind. Die Eingriffsbereiche **21** der Abdeckwandungen **19** stehen mit der äußeren Oberfläche der Außenplatte **7** in Eingriff und sind mit dieser verlötet.

**[0045]** Die Zwischenplatte **9** weist Kommunikationsöffnungen **22** in der Form von Durchgangsöffnungen auf, um es den Rohreinsetzöffnungen **18** der Innenplatte **8** zu erlauben, mit dem Inneren der nach außen gewölbten Bereiche **11A** und **11B** zu kommunizieren, und sie sind in der Anzahl gleich zu der Anzahl der Rohreinsetzöffnungen **18**. Die Kommunikationsöffnungen **22** fallen bezüglich der Position mit den jeweiligen Rohreinsetzöffnungen **18** der Innenplatte **8** zusammen und haben dieselbe Breite wie die Rohreinsetzöffnungen **18**. Die Zwischenplatte **9** hat gestufte Bereiche **25**, welche an der Umfangswandfläche von jeder Kommunikationsöffnung **22** der Zwischenplatte **9** an gegenüberliegenden Bereichen von dieser in Bezug auf die Öffnungslängsrichtung (vordere und hintere Endbereiche) ausgebildet sind, so dass die gestuften Bereiche **25** an einer Zwischenposition in Bezug auf die Dickenrichtung der Zwischenplatte **9** angeordnet sind. Die gestuften Bereiche **25** stehen in Bezug auf die Öffnungslängsrichtung der Verbindungsöffnung **22** nach innen vor. Eine entsprechende Endfläche des entsprechenden Wärmetauscherrohrs **4** steht mit den gestuften Bereichen **25** in Eingriff. Die Vorsprunghöhe des gestuften Bereiches **25** der Zwischenplatte von der Umfangswandfläche der Kommunikationsöffnung **22** ist so bestimmt, dass sie die Kältemittelkanäle **4a**, welche später beschrieben werden, des Wärmetauscherrohrs **4** nicht abdeckt.

**[0046]** Eine oberhäufige Gruppe der Rohreinsetzöffnungen **18** der Innenplatte **8** kommuniziert mit dem Inneren des oberen nach außen gewölbten Bereichs **11A** über eine oberhäufige Gruppe der jeweiligen Kommunikationsöffnungen **22** der Zwischenplatte **9**. Genauso kommuniziert eine unterhäufige Gruppe der Rohreinsetzöffnungen **18** mit dem Inneren des unteren nach außen gewölbten Bereiches **11B** über eine unterhäufige Gruppe der jeweiligen Kommunikationsöffnungen der Zwischenplatte **9**. Alle Kommunikationsöffnungen **22**, welche mit dem Inneren des oberen nach außen gewölbten Bereichs **11A** in Verbindung stehen, kommunizieren miteinander über Kommunikationsbereiche **23**, und alle Kommunikationsöffnungen **22**, welche mit dem Inneren des unteren nach außen gewölbten Bereiches **11B** in Verbindung stehen, kommunizieren miteinander über andere Kommunikationsbereiche **23**. Die Kommunikationsbereiche **23** werden durch Abschneiden von Bereichen zwischen den benachbarten Kommunikationsöffnungen **22** in der Zwischenplatte **9** ausgebildet. Daher weist die Zwischenplatte **9** einen Kältemittel-Strömungsabschnitt, welcher mit dem Kältemittel-Strömungsabschnitt innerhalb des nach außen gewölbten Bereichs **11B** kommuniziert, auf.



[0047] Der zweite Sammelbehälter-Tank **3** hat im wesentlichen dieselbe Konstruktion wie der erste Sammelbehälter-Tank **2** und gleiche Merkmale und Teile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen. Die zwei Sammelbehälter-Tanks **2** und **3** sind so angeordnet, daß die jeweiligen Innenplatten **8** einander gegenüberliegen. Der zweite Sammelbehälter-Tank **3** unterscheidet sich von dem ersten Sammelbehälter-Tank **2** dadurch, dass die Außenplatte **7** kuppelförmige nach außen gewölbte Bereiche aufweist, welche in einer Anzahl vorgesehen sind, die um eins kleiner als die der nach außen gewölbten Bereiche **11A** und **11B** des ersten Sammelbehälter-Tanks **2** ist, und hier einen einzelnen kuppelförmigen nach außen gewölbten Bereich **24** aufweist, welcher sich von einem oberen Endbereich zu einem unteren Endbereich der Außenplatte **7** erstreckt und den nach außen gewölbten Bereichen **11A** und **11B** des ersten Sammelbehälter-Tanks **2** gegenüberliegt; und dass der nach außen gewölbte Bereich **24** keinen Kältemittelauslaß und keinen Kältemittelauslaß aufweist; dass alle Rohreinsetzöffnungen **18** der Innenplatte **8** mit dem Inneren des nach außen gewölbten Bereichs **24** über alle jeweiligen Kommunikationsöffnungen **22** der Zwischenplatte **9** kommunizieren; und dass alle Kommunikationsöffnungen **22** der Zwischenplatte **9** über die Kommunikationsbereiche **23**, welche durch Abschneiden von Bereichen zwischen benachbarten Kommunikationsöffnungen **22** ausgebildet sind, miteinander kommunizieren. Der nach außen gewölbte Bereich **24** hat dieselbe Wölbungshöhe und -breite wie die nach außen gewölbten Bereiche **11A** und **11B** des ersten Sammelbehälter-Tanks **2**. Bei der Außenplatte **7** ist ein Umfangsbereich, der um eine nach rechts gerichtete Öffnung des nach außen gewölbten Bereichs **24** herumliegt mit der Zwischenplatte **9** verlötet, wodurch die Zwischenplatte **9** die nach rechts gerichtete Öffnung des nach außen gewölbten Bereichs **24** bedeckt. Im Ergebnis dient das Innere des nach außen gewölbten Bereichs **24** als ein Kältemittel-Strömungsabschnitt, dessen obere und untere Enden verschlossen sind. Ein Bereich des zweiten Sammelbehälter-Tanks **3**, welcher mit dem nach außen gewölbten Bereich **24** korrespondiert, dient als ein Sammelbehälterabschnitt. Die Dicke der Außenplatte **7** ist 2 mm oder größer. Alle Kommunikationsöffnungen **22** und die Kommunikationsbereiche **23** der Zwischenplatte **9** bilden einen Kältemittel-Strömungsabschnitt, welcher mit dem Inneren des nach außen gewölbten Bereichs **24** kommuniziert. Auch in dem zweiten Sammelbehälter-Tank ist der Krümmungsradius  $R$  eines Verbindungsbereiches **26** zwischen der Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereiches **24** und jeder der Innenflächen der Außenplatte **7**, welche an den vorderen und hinteren Seiten des nach außen gewölbten Bereiches **24** vorgesehen sind und welche sich in der Links-Rechts-Richtung erstrecken, nicht größer als 1 mm und vorzugsweise nicht größer als 0,5 mm. Die zwei Sammelbehälter-Tanks **2** und **3** werden wie in

den [Fig. 7](#) bis [Fig. 9](#) gezeigt hergestellt.

[0048] Zuerst wird eine die Außenplatte bildende Metallplatte **16**, welche aus einem Aluminiumlötblech besteht, das eine Lötmaterialschicht auf jeder gegenüberliegenden Seite aufweist, einem Pressvorgang unterworfen, um die Außenplatte **7**, welche die nach außen gewölbten Bereiche **11A** und **11B** oder den nach außen gewölbten Bereich **24** aufweisen, herzustellen, wie in [Fig. 7](#) gezeigt ist. Im einzelnen wird ein erster Preßvorgang an der die Außenplatte bildende Metallplatte **60** durchgeführt, wie in der [Fig. 7\(a\)](#) gezeigt ist, indem ein erstes oberes Werkzeug **61**, welches eine einen dicken Bereich bildende Vertiefung **62** an ihrer Unterseite aufweist, und ein unteres Werkzeug **63**, welches ein Paar von Seitenkanten zurückhaltenden Vorsprüngen **64** an seiner Oberseite aufweist, verwendet wird, wodurch ein dicker Bereich **65** an einem zentralen Bereich in Bezug auf die Breitenrichtung ausgebildet wird, wobei der dicke Bereich eine Dicke aufweist, die größer als die von den dünnen Bereichen an den gegenüberliegenden Seiten des dicken Bereiches ist (siehe [Fig. 7\(b\)](#)). Vorzugsweise beträgt die Dicke des dicken Bereiches **65** das 1,05 bis 1,5-fache der Dicke der dünnen Bereiche. Wenn die Dicke des dicken Bereiches **65** weniger als das 1,05-fache der Dicke der dünnen Bereiche ist, wird es schwierig, den Verbindungsbereich **26** so zu formen, dass er einen Krümmungsradius  $R$  von 1 mm oder weniger in einem zweiten Preßvorgang erhält, welcher später beschrieben werden wird. Weiterhin ist es schwierig, durch einen Preßvorgang den dicken Bereich **65** so auszubilden, dass er eine Dicke von mehr als dem 1,5-fachen der Dicke der dünnen Bereiche erhält. In dem dargestellten Beispiel wird der dicke Bereich **65** in dem ersten Preßvorgang in einer solchen Weise hergestellt, dass ein zentraler Bereich der die Außenplatte bildenden Metallplatte **60** in Bezug auf die Breitenrichtung nach oben ausbaucht. Das Verfahren zur Herstellung des dicken Bereiches **65** ist hierauf jedoch nicht beschränkt, und der dicke Bereich **65** kann hergestellt werden, indem der zentrale Bereich der die Außenplatte bildenden Metallplatte **65** nach außen gebaucht oder der zentrale Bereich der die Außenplatte bildenden Metallplatte **65** nach oben und nach unten ausgebaucht wird.

[0049] Anschließend wird ein zweiter Preßvorgang an der die Außenplatte bildende Metallplatte **60** mit dem dicken Bereich **65** unter Verwendung eines zweiten oberen Werkzeugs **66** und eines zweiten unteren Werkzeugs **68** durchgeführt. Das zweite obere Werkzeug **66** hat an der Unterseite einen konkaven Bereich **67**, um die äußere Form eines nach außen gewölbten Bereiches **11A** (**11B**, **24**) zu bilden. Das zweite untere Werkzeug **68** hat an der Oberseite einen konvexen Bereich **69**, um die innere Form des nach außen gewölbten Bereiches **11A** (**11B**, **24**) zu bilden, und ein Paar von die Seitenkanten zurückhaltenden Vorsprüngen **70**. So wird der nach außen ge-

wölbte Bereich **11A (11B, 24)** unter Verwendung des dicken Bereiches **65** ausgebildet (siehe **Fig. 7(c)**). Dabei fließt Aluminiummaterial von der die Außenplatte bildenden Metallplatte **60** durch den Raum, welcher zwischen dem konkaven Bereich **67** des zweiten oberen Werkzeugs **66** und dem konvexen Bereich **69** des zweiten unteren Werkzeugs **68** gebildet wird. So kann der Krümmungsradius  $R$  des Verbindungsbereiches **26** zwischen der Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereiches **11A (11B, 24)** und den Unterseiten der Außenplatte **7**, welche an den vorderen und hinteren Seiten des nach außen gewölbten Bereiches **11A (11B, 24)** und kontinuierlich mit der inneren Wandfläche sind, 1 mm oder kleiner gemacht werden. Auf diese Weise wird die Außenplatte **7** hergestellt. Es ist zu bemerken, dass der Kältemittelauslass **12** und der Kältemittelkanal **12** in der Außenplatte **7** für den ersten Sammelbehälter-Tank **2** ausgebildet werden.

**[0050]** Außerdem wird ein Aluminiumlötblech, das eine Lötmaterialschicht auf jeder seiner gegenüberliegenden Seiten aufweist, einen Pressvorgang unterworfen, um die Innenplatten **8**, die jeweils die Rohreinsetzöffnungen **18**, die Abdeckwandungen **19** und einen Eingriffsbereich bildende Nasen **21A**, welche sich gerade von den Abdeckwandung **19** erstrecken, aufweisen, herzustellen. Weiterhin wird ein blankes Aluminiummaterial einen Pressvorgang unterworfen, um die Zwischenplatten **9** herzustellen, welche jeweils die Kommunikationsöffnungen **22**, die Stufenbereiche **25** und die Kommunikationsbereiche **23** aufweisen.

**[0051]** Als nächstes werden, wie in den **Fig. 8** und **Fig. 9** gezeigt ist, die drei Platten **7**, **8** und **9** übereinandergestapelt, die Nasen **21A** so gebogen, dass sie die Eingriffsbereiche **21** bilden, welche in Eingriff mit der Außenplatte **7** kommen, wodurch eine provisorische Anordnung ausgebildet wird. Anschließend werden die provisorischen Anordnungen bei einer festgelegten Temperatur erhitzt, wodurch unter Verwendung der Lötmaterialschichten der Außenplatte **7** und der Lötmaterialschichten der Innenplatte **8** die drei Platten **7**, **8** und **9** miteinander verlötet werden, die Abdeckwandungen **19** und die vorderen und hinteren Endoberflächen der Zwischenplatte **9** und der Außenplatte **7** miteinander verlötet werden, die vordere Bereiche **26** und die jeweiligen geeigneten Bereiche **27** miteinander verlötet werden, und die Eingriffsbereiche **21** und die Außenplatte **7** miteinander verlötet werden. Auf diese Weise werden die zwei Sammelbehälter-Tanks **2** und **3** hergestellt.

**[0052]** Wie es in den **Fig. 10** und **Fig. 11** gezeigt ist, beinhaltet das Wärmetauschröhr **4** einander gegenüberliegende flache obere und untere Wände **31** und **32** (ein Paar von flachen Wänden), vordere und hintere Seitenwände **33** und **34**, welche sich jeweils über die vorderen und hinteren Seitenenden der oberen

und unteren Wände **31** und **32** erstrecken, und eine Mehrzahl von Verstärkungswänden **35**, welche in festgelegten Abständen zwischen den vorderen und hinteren Seitenwänden **33** und **34** bereitgestellt werden und sich längs und zwischen den oberen und unteren Wänden **31** und **32** erstrecken. Aufgrund dieser Struktur weist das Wärmetauschröhr **4** im Inneren eine Mehrzahl von Kältemittelkanälen **4a** auf, welche in dessen Breitenrichtung angeordnet sind.

**[0053]** Die vordere Seitenwand **33** hat eine Doppelwandstruktur und beinhaltet eine äußere Seitenwand bildenden länglichen Vorsprung **36**, welcher integral mit dem vorderseitigen Ende der oberen Wand **31** in einem nach unten geschürzten Zustand ausgebildet ist und sich entlang der gesamten Höhe des Wärmetauschröhres **4** erstreckt, eine innere Seitenwand bildenden länglichen Vorsprung **37**, welcher an der Innenseite der äußeren Seitenwand bildenden Vorsprungs **36** angeordnet und integral mit der oberen Wand **31** in einem nach unten geschürzten Zustand ausgebildet ist, und eine innere Seitenwand bildenden länglichen Vorsprung **38**, welcher integral mit dem vorderseitigen Ende der unteren Wand **32** in einem nach oben geschürzten Zustand ausgebildet ist. Der äußere Seitenwand bildenden länglichen Vorsprung **36** ist mit den zwei inneren Seitenwand bildenden länglichen Vorsprüngen **37** und **38** und der unteren Wand **32** verlötet, während sein unterer Endbereich in Eingriff mit einem vorderen Seitenkantenbereich der unteren Oberfläche der unteren Wand **32** steht. Die zwei inneren Seitenwand bildenden länglichen Vorsprünge **37** und **38** sind miteinander verlötet, während sie aneinanderstoßen. Die hintere Seitenwand **34** ist integral mit den oberen und unteren Wänden **31** und **32** ausgebildet. Ein Vorsprung **38a** ist integral in der Kopfendfläche des inneren Seitenwand bildenden Bereichs **38** der unteren Wand **32** ausgebildet und erstreckt sich in der Längsrichtung des inneren Seitenwand bildenden Vorsprungs **38** entlang dessen gesamter Länge. Eine Vertiefung **37a** ist an der Kopfendfläche des inneren Seitenwand bildenden länglichen Vorsprungs **37** der oberen Wand **31** ausgebildet und erstreckt sich in der Längsrichtung des inneren Seitenwand bildenden länglichen Vorsprungs **37** über dessen gesamte Länge. Der Vorsprung **38a** ist in die Vertiefung **37a** eingepreßt.

**[0054]** Die Verstärkungswände **35** sind so ausgebildet, dass die die Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprünge **40** und **41**, welche integral mit der oberen Wand **31** in einem nach unten gezogenen Zustand ausgebildet sind, und die Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprünge **42** und **43**, welche integral mit der unteren Wand **32** in einem nach oben gezogenen Zustand ausgebildet sind, miteinander verlötet sind, während die Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprünge **40** und **41** jeweils gegen die die Verstärkungswand bildenden länglichen Vor-

sprünge **43** und **42** stoßen. Die obere Wand **31** weist die die Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprünge **40** und **41** auf, welche verschiedene Vorsprungshöhen haben und alternierend in der Vorne-Hinten-Richtung angeordnet sind. Die untere Wand **32** weist die die Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprünge **42** und **43** auf, welche verschiedene Vorsprungshöhen haben und alternierend in der Vorne-Hinten-Richtung angeordnet sind. Die die Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprünge **40** mit einer langen Vorsprungshöhe der oberen Wand **31** und die jeweiligen Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprünge **43** mit kurzer Vorsprungshöhe der unteren Wand **32** sind miteinander verlötet. Die die Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprünge **41** mit einer kurzen Vorsprungshöhe der oberen Wand **31** und die jeweiligen die Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprünge **42** mit einer langen Vorsprungshöhe der unteren Wand **32** sind miteinander verlötet. Im folgenden werden die die Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprünge **40** und **42** mit einer langen Vorsprungshöhe der oberen und unteren Wände **31** und **32** die ersten Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprünge genannt. Genauso werden die eine Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprünge **41** und **43** mit einer kurzen Vorsprungshöhe der oberen und unteren Wände **31** und **32** die zweiten Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprünge genannt. Eine Vertiefung **44** (**45**) ist in der Kopfendfläche des zweiten Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprungs **41** (**43**) der oberen wand **31** (unteren Wand **32**) ausgebildet und erstreckt sich in der Längsrichtung des zweiten Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprungs **41** (**43**) entlang dessen Gesamtlänge. Ein Kopfendbereich des ersten Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprungs **42** (**40**) der unteren Wand **32** (oberen Wand **31**) ist in die Vertiefung **44** (**45**) des zweiten Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprungs **41** (**43**) der oberen Wand **31** (unteren Wand **32**) eingepaßt. Während die Kopfendbereiche der ersten Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprünge **40** und **42** der oberen und unteren Wände **31** und **32** jeweils in die jeweiligen Vertiefungen **45** und **44** eingesetzt sind, werden die Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprünge **40** und **43** miteinander verlötet und werden die Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprünge **41** und **42** miteinander verlötet.

**[0055]** Das Wärmetauschröhr **4** wird unter Verwendung eines rohrbildenden Metallblechs **50** hergestellt, wie dies in **Fig. 12(a)** gezeigt ist. Das rohrbildende Metallblech **50** wird durch Walzen aus einem Aluminiumlötblech, welches eine Lötmaterialschiicht auf jeder sein gegenüberliegenden Seiten aufweist, hergestellt. Das rohrbildende Metallblech **50** besitzt einen flachen, eine obere Wand bildenden Bereich **51** (flache Wand bildender Bereich); einen flachen, eine untere Wand bildenden Bereich **52** (flache Wand

bildender Bereich), einen Verbindungsbereich **53**, welcher den die obere Wand bildenden Bereich **51** und den die untere Wand bildenden Bereich **52** verbindet und dafür ausgelegt ist, die hintere Seitenwand **34** zu bilden; die innere Seitenwand bildende längliche Vorsprünge **37** und **38**, welche integral mit den seitlichen Wänden der die obere Wand bildenden und die untere Wand bildenden Bereiche **51** und **52** gegenüberliegend zu dem Verbindungsbereich **53** in einem nach oben gezogenen Zustand ausgebildet sind und die dafür ausgelegt sind, einen inneren Bereich der vorderen Seitenwand **31** zu bilden; einen den länglichen Vorsprung der die äußere Seitenwand bildet, bildenden Bereichs **54**, welcher sich nach außen von dem Seitenende des die obere Wand bildenden Bereichs **51** gegenüberliegend zu dem Verbindungsbereich **53** erstreckt, und eine Mehrzahl von Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprünge **40**, **41**, **42** und **43**, welche integral mit den die obere Wand bildenden und die untere Wand bildenden Bereichen **51** und **52** in einem nach oben gezogenen Zustand ausgebildet sind und die in festgelegten Abständen in der Breitenrichtung des rohrbildenden Metallblechs **50** angeordnet sind. Die ersten Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprünge **40** des die untere Wand bildenden Bereichs **51** und die zweiten Verstärkungswand bildenden Vorsprünge **43** des die obere Wand bildenden Bereichs **52** sind symmetrisch mit Bezug auf die Mittellinie der Breitenrichtung des Verbindungsbereiches **53** angeordnet. Genauso sind die zweiten Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprünge **41** des die obere Wand bildenden Bereichs **51** und die ersten Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprünge **42** des die untere Wand bildenden Bereichs **52** symmetrisch mit Bezug auf die Mittellinie der Breitenrichtung des Verbindungsbereiches **53** angeordnet. Der Vorsprung **38a** ist an der Kopfendfläche des innere Seitenwand bildenden länglichen Vorsprungs **38** des die untere Wand bildenden Bereichs **52** ausgebildet, und die Vertiefung **37a** ist in der Kopfendfläche des innere Seitenwand bildenden länglichen Vorsprungs **37** des obere Wand bildenden Bereichs **51** ausgebildet. Die Vertiefung **44** (**45**), in welche ein Kopfendbereich des ersten Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprungs **42** (**40**) des die untere Wand bildenden Bereichs **52** (die obere Wand bildenden Bereichs **51**) eingesetzt ist, ist in der Kopfendfläche des zweiten Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprungs **41** (**43**) des die obere Wand bildenden Bereichs **51** (die untere Wand bildenden Bereichs **52**) ausgebildet.

**[0056]** Die die innere Seitenwand bildenden länglichen Vorsprünge **37** und **38** und die eine Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprünge **40**, **41**, **42** und **43** werden integral durch Walzen auf einer Seite des Aluminiumlötbleches, dessen gegenüberliegende Seiten mit einem Lötmaterial bedeckt sind, ausgebildet, wodurch eine Lötmaterialschiicht (nicht

gezeigt) auf den gegenüberliegenden Seitenoberflächen und den Kopffendflächen der die innere Seitenwand bildenden länglichen Vorsprünge **37** und **38** und auf den Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprüngen **40**, **41**, **42** und **43**, auf den Umfangsoberflächen der Vertiefungen **44** und **45** der die zweite Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprünge **41** und **43** und auf den vertikal gegenüberliegenden Oberflächen der die obere Wand bildenden und die untere Wand bildenden Bereiche **51** und **52** und auf dem die äußere Seitenwand bildenden länglichen Vorsprung bildenden Bereich **54** ausgebildet wird.

**[0057]** Das rohrbildende Metallblech **50** wird schrittweise an gegenüberliegenden Seitenkanten des Verbindungsbereiches **53** durch einen Profilwalzprozeß (siehe **Fig. 11(b)**) gefaltet, bis eine Haarnadelform angenommen wird. Die die innere Seitenwand bildenden länglichen Vorsprünge **37** und **38** werden dazu gebracht gegeneinanderzustoßen, die Kopfbereiche der ersten Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprünge **40** und **42** werden in die jeweiligen Vertiefungen **45** und **44** der zweiten Verstärkungswand bildenden länglichen Vorsprünge **43** und **41** eingesetzt, und der Vorsprung **38a** wird in die Vertiefung **37a** eingepreßt.

**[0058]** Als nächstes wird der Bereich **54**, welcher den die äußere Seitenwand bildenden länglichen Vorsprung bildet, entlang der äußeren Oberflächen der die innere Seitenwand bildenden länglichen Vorsprünge **37** und **38** gefaltet, und einer seiner Kopfbereiche wird so verformt, dass er in Eingriff mit dem die untere Wand bildenden Bereich **52** kommt, wodurch ein gefaltetes Element **55** erhalten wird (siehe **Fig. 11(c)**).

**[0059]** Anschließend wird das gefaltete Element **55** bei einer festgelegten Temperatur erhitzt, um die Kopfbereiche der die innere Seitenwand bildenden längliche Vorsprünge **37** und **38** zu verlöten, die Kopfbereiche der ersten und zweiten Verstärkungswand bildenden längliche Vorsprünge **40** und **43** zu verlöten, die Kopfbereiche der ersten und zweiten Verstärkungswand bildenden längliche Vorsprünge **42** und **41** zu verlöten, und den Bereich **54**, welcher den die äußere Seitenwand bildenden länglichen Vorsprung bildet mit den die innere Seitenwand bildenden länglichen Vorsprüngen **37** und **38** und mit dem die untere Wand bildenden Bereich **52** zu verlöten. Auf diese Weise wird das Wärmetauschröhr **4** hergestellt.

**[0060]** Während gegenüberliegende Endbereiche der Wärmetauschröhre **4** durch die jeweiligen Rohreinsetzöffnungen **18** der Innenplatten **8** und in die jeweiligen Kommunikationsöffnungen **22** der Zwischenplatten **9** der Sammelbehälter-Tanks **2** und **3** eingesetzt sind und die Endoberflächen der gegenüberliegenden Endbereiche an die jeweiligen Stufen-

bereiche **25** der Zwischenplatten **9** anstoßen, werden die gegenüberliegenden Endbereiche der Wärmetauschröhre **4** mit den jeweiligen Umfangswandflächen der Rohreinsetzöffnungen **18** der Innenplatten **8** und mit den jeweiligen Umfangswandoberflächen der Kommunikationsöffnungen **22** der Zwischenplatten **9** unter Verwendung der Lötmaterialschichten der Innenplatten **8** und der Lötmaterialschichten der rohrbildenden Metallbleche **50** verlötet.

**[0061]** Demzufolge werden rechte Endbereiche der oberhäufige Gruppe der Wärmetauschröhre **4** mit dem ersten Sammelbehälter-Tank **2** verbunden, um mit dem Inneren des oberen nach außen gewölbten Bereichs **11a** zu kommunizieren, und werden linke Endbereiche mit dem zweiten Sammelbehälter-Tank **3** verbunden, um mit dem Inneren des nach außen gewölbten Bereichs **24** zu kommunizieren. Außerdem werden rechte Endbereiche einer unterhäufige Gruppe der Wärmetauschröhre **4** mit dem ersten Sammelbehälter-Tank **2** verbunden, um mit dem Inneren des unteren nach außen gewölbten Bereichs **11B** zu kommunizieren, und linke Endbereiche werden mit dem zweiten Sammelbehälter-Tank **3** verbunden, um mit dem Inneren des nach außen gewölbten Bereichs **24** zu kommunizieren.

**[0062]** Jede der gewellten Rippen **5** wird in einer Wellenform aus einem Lötblech, hier eine Aluminiumlötblech, welches eine Lötmaterialschicht auf jeder gegenüberliegenden Seite aufweist, hergestellt.

**[0063]** Der Gaskühler **1** wird durch die folgenden Schritte hergestellt:

Es werden die zwei zuvor genannten provisorischen Anordnungen zur Weiterverarbeitung zu den Sammelbehälter-Tanks **2** und **3**, eine Mehrzahl der zuvor genannten gefalteten Elemente **55** und eine Mehrzahl von gewellten Rippen **55** vorbereitet; es werden die zwei vorläufigen Anordnungen so angeordnet, dass sie zueinander mit ihren Innenplatten einander gegenüberliegend beabstandet angeordnet sind; die gefalteten Elemente **55** und die gewellten Rippen **5** werden alternierend angeordnet; die gegenüberliegenden Endbereiche der gefalteten Elemente **55** werden durch die jeweiligen Rohreinsetzöffnungen **18** der Innenplatten **8** und in die jeweiligen Kommunikationsöffnungen **22** der Zwischenplatten **9** der zwei vorläufigen Anordnungen eingesetzt, und die Endoberflächen der gegenüberliegenden Endbereiche werden dazu gebracht, gegen die jeweiligen Stufenbereiche **25** der Zwischenplatte **9** zu stoßen; die Seitenplatten **6** werden außerhalb der jeweiligen gewellten Rippen **5** an gegenüberliegenden Enden angeordnet; das Einlaßelement **13** und das Auslaßelement **16** werden jeweils auf den nach außen gewölbten Bereichen **11A** und **11B** auf der Außenplatte **7**, welche verwendet wird, um den ersten Sammelbehälter-Tank **2** zu bilden, angeordnet; die notwendigen Bereiche der vorläufigen Anordnungen werden wie

oben beschrieben verlötet, um hierdurch die Sammelbehälter-Tanks **2** und **3** zu bilden, die notwendigen Bereiche der gefalteten Elemente **55** werden wie oben beschrieben verlötet, um hierdurch die Wärmetauschrohre **4** zu bilden, die Wärmetauschrohre **4** werden mit den Sammelbehälter-Tanks **2** und **3** verlötet, die gewellten Rippen **5** werden mit den Wärmetauschrohren **4** verlötet, die Seitenplatten **6** werden mit den jeweiligen gewellten Rippen **5** verlötet, und das Einlaßelement **13** und das Auslaßelement **16** werden jeweils mit den nach außen gewölbten Bereichen **11A** und **11B** verlötet.

**[0064]** Der Gaskühler **1** bildet zusammen mit einem Kompressor, einem Verdampfer, einer Druckreduzierungseinrichtung und einem Zwischenwärmetauscher, um einen Wärmeaustausch zwischen einem Kältemittel aus dem Gaskühler und einem Kältemittel aus dem Verdampfer durchzuführen, einen überkritischen Kältekreislauf. Der Kältekreislauf ist in einem Fahrzeug, z.B. in einem Auto, als eine Autoklimaanlage installiert.

**[0065]** Bei dem oben beschriebenen Gaskühler **1** CO<sub>2</sub> strömt aus einem Kompressor durch den Kältemittel-Einströmkanal **14** des Einlaßelementes **13** und tritt in den oberen nach außen gewölbten Bereich **11A** des ersten Sammelbehälter-Tanks **2** durch den KältemittelEinlaß **12** ein. Dann strömt das CO<sub>2</sub> verteilt in die Kältemittelkanäle **4a** von allen Wärmetauschrohren **4**, welche in Kommunikation mit dem oberen nach außen gewölbten Bereich **11A** sind. Das CO<sub>2</sub> in den Kältemittelkanälen **4a** strömt nach links durch die Kältemittelkanäle **4a** und tritt in den nach außen gewölbten Bereich **24** des zweiten Sammelbehälter-Tanks **3** ein. Das CO<sub>2</sub> in dem nach außen gewölbten Bereich **24** strömt nach unten durch das Innere des nach außen gewölbten Bereichs **24** und durch die Kommunikationsbereiche **23** der Zwischenplatte **9**, strömt verteilt in die Kältemittelkanäle **4a** aller Wärmetauschrohre **4**, welche in Kommunikation mit dem unteren nach außen gewölbten Bereich **11B** sind, ändert seine Richtung, strömt nach rechts durch die Kältemittelkanäle **4a**, und tritt in den unteren nach außen gewölbten Bereich **11B** des ersten Sammelbehälter-Tanks **2** ein. Anschließend strömt das CO<sub>2</sub> aus dem Gaskühler **1** über den Kältemittelauslaß **15** und den Kältemittelausströmkanal **17** des Auslaßelementes **16** aus. Während es durch die Kältemittelkanäle **4a** der Wärmetauschrohre **4** strömt, wird das CO<sub>2</sub> Wärmeaustausch mit der Luft unterworfen, welche durch die Luftdurchlaßspalte in der Richtung des Pfeiles X, der in den [Fig. 1](#) und [Fig. 12](#) gezeigt ist, strömt, wobei es abgekühlt wird.

**[0066]** Die [Fig. 13](#) zeigt ein anderes Verfahren zur Herstellung der Außenplatte **7** der beiden Sammelbehälter-Tanks **2** und **3**.

**[0067]** Zuerst wird ein erster Preßvorgang an einer

die Außenplatte bildenden Metallplatte **60**, welche aus einem Aluminiumlötblech besteht, die eine Lötmaterialschicht auf ihren gegenüberliegenden Seiten aufweist, wie in der [Fig. 13\(a\)](#) gezeigt ist, unter Verwendung eines ersten oberen Werkzeugs **80** und eines ersten unteren Werkzeugs **82** durchgeführt. Das erste obere Werkzeug **80** hat an der Unterseite einen konkaven Bereich **81**, welcher eine Tiefe hat, die größer als die Höhe des nach außen gewölbten Bereiches **11A** (**11B**, **24**) gemessen an seiner Außenseite hat. Das erste untere Werkzeug **82** hat an der Oberseite einen konvexen Bereich **83**, welcher eine Höhe hat, die größer als die Höhe des nach außen gewölbten Bereiches **11A** (**11B**, **24**) gemessen an seiner Innenseite, hat. Somit wird ein vorläufiger gewölbter Bereich **84** gebildet, welcher eine Höhe hat, die größer als der nach außen gewölbte Bereich **11A** (**11B**, **24**) besitzt (siehe [Fig. 13\(b\)](#)).

**[0068]** Anschließend wird ein zweiter Preßvorgang an der die Außenplatte bildende Metallplatte **60** unter Verwendung eines zweiten oberen Werkzeugs **85** eines zweiten unteren Werkzeugs **89** durchgeführt. Das zweite obere Werkzeug **85** hat an der Unterseite einen konkaven Bereich **86** zur Bildung der äußeren Form des nach außen gewölbten Bereichs **11A** (**11B**, **24**), und ein Paar von Vorsprüngen **88**, die Schneidklingen **87** an ihren unteren Enden haben und die die Außenplatte bildende Metallplatte **60** von der gegenüberliegenden Seite in Bezug auf die Breitenrichtung beschränken. Das zweite untere Werkzeug **89** hat an der Oberseite einen konvexen Bereich **90**, um die Innenform des nach außen gewölbten Bereiches **11A** (**11B**, **24**) zu bilden. Bevor der vorläufige gewölbte Bereich **84** zu dem nach außen gewölbten Bereich **11A** (**11B**, **24**) umgeformt wird, werden gegenüberliegende Seitenkantenbereiche der die Außenplatte bildende Metallplatte **60** mittels der Schneidklingen **87** der Vorsprünge **88** des zweiten oberen Werkzeugs **85** geschnitten.

**[0069]** Nach diesem Schneidvorgang wird der vorläufig gewölbte Bereich **84** in den nach außen gewölbten Bereich **11A** (**11B**, **24**) durch den konkaven Bereich **86** und den konvexen Bereich **90** umgeformt, wobei die die Außenplatte bildende Metallplatte **60** mit dem vorläufig gewölbten Bereich **84** von gegenüberliegenden Seiten her in Bezug auf die Breitenrichtung durch die Vorsprünge **88** des zweiten oberen Werkzeugs **85** beschränkt wird. Dabei fließt das Aluminiummaterial der die Außenplatte bildende Metallplatte **60** durch den Raum, welcher zwischen dem konkaven Bereich **86** des zweiten oberen Werkzeugs **85** und dem konvexen Bereich **90** des zweiten unteren Werkzeugs **89** gebildet wird. So kann der Krümmungsradius **R** des Verbindungsbereiches **26** zwischen der inneren Wandfläche des nach außen gewölbten Bereiches **11A** (**11B**, **24**) und den unteren Seiten der Außenplatte **7**, welche an den vorderen und hinteren Seiten des nach außen gewölbten Be-

reiches **11A (11B, 24)** liegen und kontinuierlich mit der inneren Wandfläche sind, 1 mm oder kleiner gemacht werden. Auf diese Weise wird die Außenplatte **7** hergestellt.

**[0070]** In der oben beschriebenen Ausführungsform wird jede Außenplatte **7** aus einem Aluminiumlötblech hergestellt, das eine Lötmaterialschicht auf seinen gegenüberliegenden Seiten aufweist, und die Außenplatte **7** und die Zwischenplatte **9** werden unter Verwendung der Lötmaterialschicht der Außenplatte liegend zusammengelötet. Die Weise, in welcher die Außenplatte **7** und die Zwischenplatte **9** zusammengelötet werden, ist jedoch nicht hierauf beschränkt, und die Außenplatte **7** und die Zwischenplatte **9** können wie folgt zusammengelötet werden: Jede Außenplatte **7** ist aus einem Aluminiumlötblech, welches eine Lötmaterialschicht nur auf einer Außenseite der Links-Rechts-Richtung aufweist (eine Oberfläche, welche entgegengesetzt zu der entsprechenden Zwischenplatte **9** weist); und die Zwischenplatte **9** wird aus einem Aluminiumlötblech, welches eine Lötmaterialschicht nur auf einer Außenfläche in der Links-Rechts-Richtung aufweist (einer Oberfläche, welche zu der Außenplatte **7** weist); und die Außenplatte **7** und die Zwischenplatte **9** werden unter Verwendung der Lötmaterialschicht der Zwischenplatte **9** zusammengelötet.

**[0071]** Bei der oben beschriebenen Ausführungsform wird der Wärmetauscher der vorliegenden Erfindung bei einem Gaskühler eines überkritischen Kältekreislaufes verwendet. Allerdings kann der Wärmetauscher der vorliegenden Erfindung auch bei einem Verdampfer des oben genannten überkritischen Kältekreislaufes verwendet werden. Dieser Verdampfer bildet zusammen mit einem Kompressor, einem Gaskühler, einer Druckreduzierungseinrichtung und einem Zwischenwärmetauscher, um Wärmeaustausch zwischen einem Kältemittel aus dem Gaskühler und einem Kältemittel aus dem Verdampfer durchzuführen, einen überkritischen Kältekreislauf, der ein überkritisches Kältemittel wie z.B. CO<sub>2</sub> verwendet. Dieser Kältekreislauf ist in einem Fahrzeug, z.B. in einem Auto, als eine Autoklimaanlage installiert.

**[0072]** Obwohl CO<sub>2</sub> als ein überkritisches Kältemittel eines überkritischen Kältekreislaufes in den oben beschriebenen Ausführungsformen verwendet wird, ist das Kältemittel nicht hierauf beschränkt, sondern Ethylen, Ethan, Stickstoffoxid oder ähnliches können alternativ verwendet werden.

**[0073]** Die oben beschriebene Ausführungsform verwendet zum Ausbilden des Wärmetauschrohres **4** ein gefaltetes Element **55**, welches durch Biegen eines rohrbildenden Metallbleches in der Form eines Aluminiumlötbleches, welches eine Lötmaterialschicht auf jeder gegenüberliegenden Seite aufweist, ausgebildet wird. Allerdings ist die vorliegende Erfin-

dung nicht darauf beschränkt. Beispielsweise kann eine Aluminiumextrudat, welches eine Lötmaterialschicht auf seinen äußeren Oberflächen aufweist, verwendet werden, um das Wärmetauschrohr **4** zu bilden.

## ZUSAMMENFASSUNG DER OFFENBARUNG

**[0074]** Ein Wärmetauscher beinhaltet zwei Sammelbehälter-Tanks und eine Mehrzahl von Wärmetauschrohren. Die Sammelbehälter-Tanks beinhalten jeweils eine Außenplatte, eine Innenplatte und eine Zwischenplatte. Die Außenplatte weist einen oder mehrere nach außen gewölbte Bereiche auf. Die Innenplatte weist eine Mehrzahl von Rohreinsetzöffnungen auf. Die Zwischenplatte hat Kommunikationsöffnungen, um die Kommunikation der Rohreinsetzöffnungen mit dem nach außen gewölbten Bereich des Sammelbehälter-Tanks zu ermöglichen. Ein Paar von geneigten Bereichen, welche in einer auseinanderlaufenden Weise in Richtung der Innenplatte ab geneigt sind, sind in innenplattenseitigen Kantenbereichen an gegenüberliegenden Wandoberflächen von jeder Kommunikationsöffnung, welche sich in der Öffnungslängsrichtung erstreckt, ausgebildet. Vorstehende Bereiche der Innenplatte werden ausgebildet, indem Bereiche der Innenplatte, welche an gegenüberliegenden Kanten von jeder Rohreinsetzöffnung, die sich in der Öffnungslängsrichtung erstrecken, ausgebildet sind, in Richtung der Zwischenplatte gebogen werden. Die vorstehenden Bereiche sind eng mit den korrespondierenden geneigten Bereichen verlötet.

## Patentansprüche

1. Ein Wärmetauscher mit einem Paar von Sammelbehälter-Tanks, die beabstandet voneinander angeordnet sind, und einer Mehrzahl von flachen Wärmetauschrohren, die parallel zwischen den beiden Sammelbehälter-Tanks angeordnet sind und gegenüberliegende Endbereiche haben, welche mit den jeweiligen Sammelbehälter-Tanks verbunden sind, wobei jeder der beiden Sammelbehälter-Tanks so konfiguriert ist, dass eine Außenplatte, eine Innenplatte und eine Zwischenplatte, welche zwischen der Außenplatte und der Innenplatte liegt, in Schichten zusammengelötet sind, wobei die Außenplatte einen nach außen gewölbten Bereich aufweist, der sich in ihrer Längsrichtung erstreckt und der eine Öffnung aufweist, die von der Zwischenplatte verschlossen ist, wobei die Innenplatte eine Mehrzahl von Rohreinsetzöffnungen in der Form von Durchgangsöffnungen aufweist, welche in einem Bereich, der mit dem nach außen gewölbten Bereich der Außenplatte korrespondiert, und beabstandet voneinander in ihrer Längsrichtung ausgebildet sind, und wobei die Zwischenplatte eine Mehrzahl von Kommunikationsöffnungen in der Form von Durchgangsöffnungen aufweist, welche ausgebildet sind, um den jeweiligen

Rohreinsetzöffnungen der Innenplatte zu erlauben, mit dem Inneren des nach außen gewölbten Bereiches der Außenplatte zu kommunizieren, wobei die Außenplatte von jedem Sammelbehälter-Tank aus einer Metallplatte und durch einen an dieser durchgeführten Pressvorgang gebildet ist und ein Verbindungsbereich zwischen einer Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereiches der Außenplatte und einer Fläche der Außenplatte, welche mit der Zwischenplatte verbunden ist, einen Krümmungsradius von 1 mm oder weniger besitzt.

2. Ein Wärmetauscher nach Anspruch 1, worin der Verbindungsbereich zwischen der Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereichs und der Fläche der Außenplatte, welche mit der Zwischenplatte verbunden ist, einen Krümmungsradius von 0,5 mm oder weniger besitzt.

3. Ein Wärmetauscher nach Anspruch 1, worin die Außenplatte eine Dicke von 2 mm oder mehr aufweist.

4. Ein Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte, welche für einen Sammelbehälter-Tank eines Wärmetauschers verwendbar ist, der so konfiguriert ist, dass eine Außenplatte eine Innenplatte und eine Zwischenplatte, welche zwischen der Außenplatte und der Innenplatte liegt, in Lagen zusammengelötet sind, die Außenplatte einen nach außen gewölbten Bereich hat, der sich in eine Längsrichtung von ihr erstreckt und eine Öffnung besitzt, welche durch die Zwischenplatte verschlossen ist, die Innenplatte eine Mehrzahl von Rohreinsetzöffnungen in der Form von Durchgangsöffnungen aufweist, welche in einem Bereich, der mit dem nach außen gewölbten Bereich der Außenplatte korrespondiert, und beabstandet voneinander in ihrer Längsrichtung ausgebildet sind, und wobei die Zwischenplatte eine Mehrzahl von Kommunikationsöffnungen in der Form von Durchgangsöffnungen aufweist, welche ausgebildet sind, um den jeweiligen Rohreinsetzöffnungen der Innenplatte zu erlauben, mit dem Inneren des nach außen gewölbten Bereiches der Außenplatte zu kommunizieren, wobei das Verfahren die Schritte aufweist:

Ausbildung eines dicken Bereiches an einer die Außenplatte bildenden Metallplatte an einem Mittelbereich in Bezug auf die Breitenrichtung von dieser, wobei der dicke Bereich dicker als der verbleibende dünne Bereich ist; und

Durchführung eines Pressvorgangs an der die Außenplatte bildenden Metallplatte, um den nach außen gewölbten Bereich unter Verwendung des dicken Bereichs so auszubilden, dass ein Verbindungsbereich, der einen Krümmungsradius von 1 mm oder weniger hat, zwischen einer Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereichs und jeder der Flächen der Außenplatte, welche an den gegenüberliegenden Seiten des nach außen gewölbten Bereichs liegen und in die innere Wandfläche übergehen, auszubil-

den.

5. Ein Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte, welche für einen Sammelbehälter-Tank eines Wärmetauschers verwendet wird, nach Anspruch 1, worin der dicke Bereich gebildet wird, in dem ein Pressvorgang an der die Außenplatte bildenden Metallplatte durchgeführt wird.

6. Ein Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte, welche für einen Sammelbehälter-Tank eines Wärmetauschers verwendet wird, nach Anspruch 5, worin der dicke Bereich der die Außenplatte bildenden Metallplatte eine Dicke hat, die das 1,05 bis 1,5-fache von der des verbleibenden dünnen Bereichs beträgt.

7. Ein Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte, welche für einen Sammelbehälter-Tank eines Wärmetauschers verwendet wird, nach Anspruch 4, worin ein Verbindungsbereich, welcher einen Krümmungsradius von 0,5 mm oder weniger hat, zwischen der Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereichs und jeder der Flächen der Außenplatte, welche an den gegenüberliegenden Seiten des nach außen gewölbten Bereiches liegen und in die Innenwandfläche übergehen, gebildet wird.

8. Ein Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte, welche für einen Sammelbehälter-Tank eines Wärmetauschers verwendet wird, nach Anspruch 4, worin die Außenplatte eine Dicke von 2 mm oder mehr in ihrer Endform hat.

9. Ein Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte, welche für einen Sammelbehälter-Tank eines Wärmetauschers verwendet wird, welcher so konfiguriert ist, dass eine Außenplatte, eine Innenplatte und eine Zwischenplatte, welche zwischen der Außen- und der Innenplatte liegt, miteinander in Lagen verlötet sind, wobei die Innenplatte einen nach außen gewölbten Bereich aufweist, der sich in ihrer Längsrichtung erstreckt und eine Öffnung aufweist, die von der Zwischenplatte verschlossen ist, wobei die Innenplatte eine Mehrzahl von Rohreinsetzöffnungen in der Form von Durchgangsöffnungen aufweist, welche in einem Bereich, der mit dem nach außen gewölbten Bereich der Außenplatte korrespondiert, und beabstandet voneinander in ihrer Längsrichtung ausgebildet sind, und wobei die Zwischenplatte eine Mehrzahl von Kommunikationsöffnungen in der Form von Durchgangsöffnungen aufweist, welche ausgebildet sind, um den jeweiligen Rohreinsetzöffnungen der Innenplatte zu erlauben, mit dem Inneren des nach außen gewölbten Bereiches der Außenplatte zu kommunizieren, wobei das Verfahren die Schritte: ein erster Pressvorgang wird an einer die Außenplatte bildenden Metallplatte durchgeführt, um einen vorläufigen gewölbten Bereich zu bilden, welcher eine Wölbungshöhe hat, die größer als die des nach au-

ßen gewölbten Bereichs ist; und ein zweiter Pressvorgang wird an der die Außenplatte bildenden Metallplatte, welche den vorläufigen gewölbten Bereich besitzt, durchgeführt, wobei die die Außenplatte bildenden Metallplatte von den gegenüberliegenden Seiten in Bezug auf die Breitenrichtung von ihr zurückgehalten wird, um den nach außen gewölbten Bereich aus dem vorläufigen gewölbten Bereich zu bilden, so dass ein Verbindungsbereich, welcher einen Krümmungsradius von 1 mm oder weniger hat, zwischen einer Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereiches und jeder der Flächen der Außenplatte, welche an den gegenüberliegenden Seiten des nach außen gewölbten Bereiches liegen und in die Innenwandfläche übergehen, gebildet wird.

10. Ein Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte, welche für einen Sammelbehälter-Tank eines Wärmetauschers verwendet wird, nach Anspruch 9, worin der Schritt der Durchführung des zweiten Pressvorgangs umfasst, dass gegenüberliegende Seitenkantenbereiche der die Außenplatte bildenden Metallplatte unter Verwendung von einem Werkzeug, welches für den Pressvorgang verwendet wird, vor der Bildung des nach außen gewölbten Bereichs aus dem vorläufigen gewölbten Bereich abgeschnitten werden und die die Außenplatte bildende Metallplatte mit dem vorläufigen gewölbten Bereich von gegenüberliegenden Seiten in Bezug auf die Breitenrichtung von ihr unter Verwendung des Werkzeugs zurückgehalten wird.

11. Ein Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte, welche für einen Sammelbehälter-Tank eines Wärmetauschers verwendet wird, nach Anspruch 9, worin der Verbindungsbereich, welcher einen Krümmungsradius von 0,5 mm oder weniger besitzt, zwischen der Innenwandfläche des nach außen gewölbten Bereiches und jeder der Flächen der Außenplatte, welche an gegenüberliegenden Seiten des nach außen gewölbten Bereichs liegen und in die Innenwandfläche übergehen, gebildet wird.

12. Ein Verfahren zur Herstellung einer Außenplatte, welche für einen Sammelbehälter-Tank eines Wärmetauschers verwendet wird, nach Anspruch 9, worin die Außenplatte eine Dicke von 2 mm oder mehr in ihrer Endform hat.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen



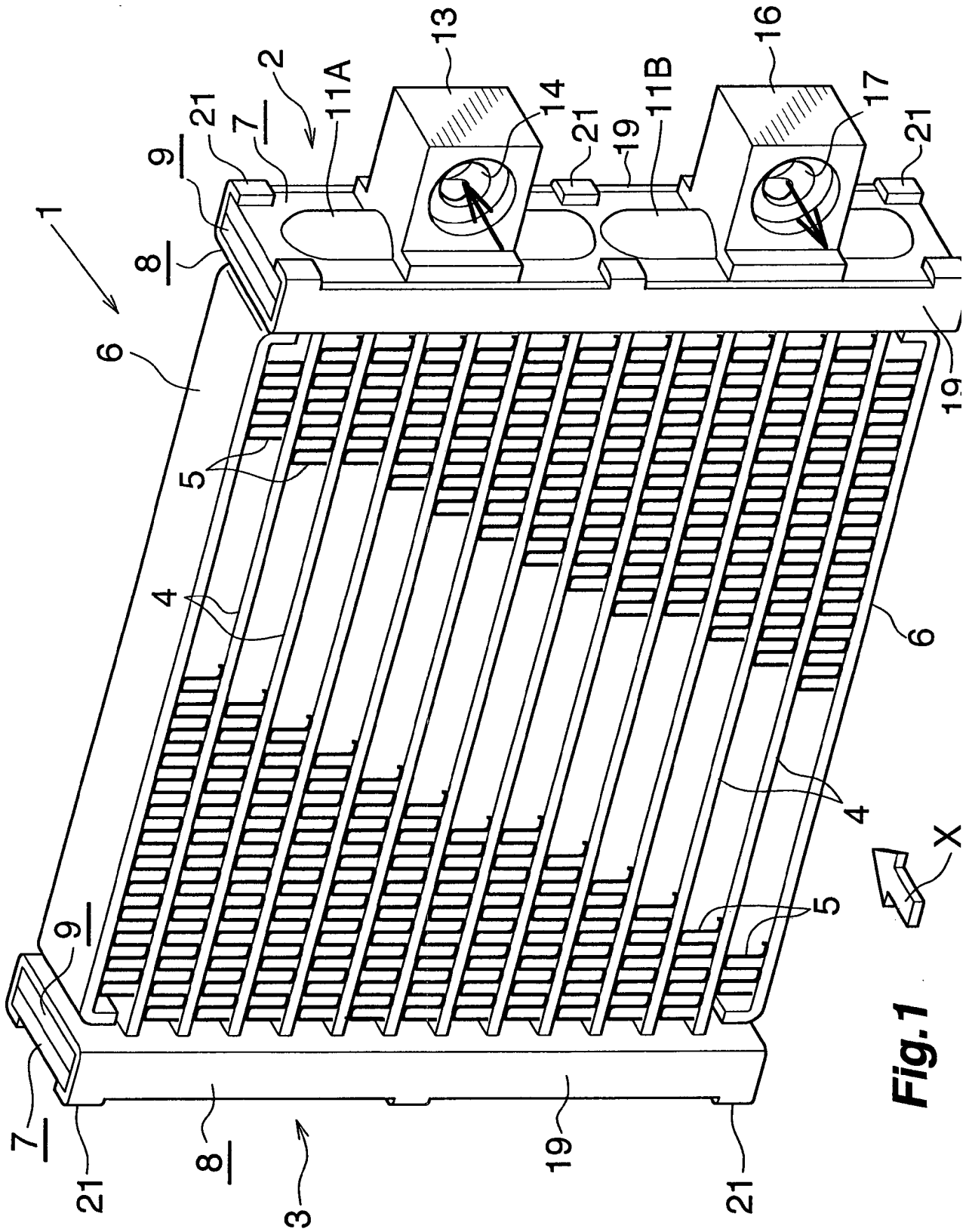
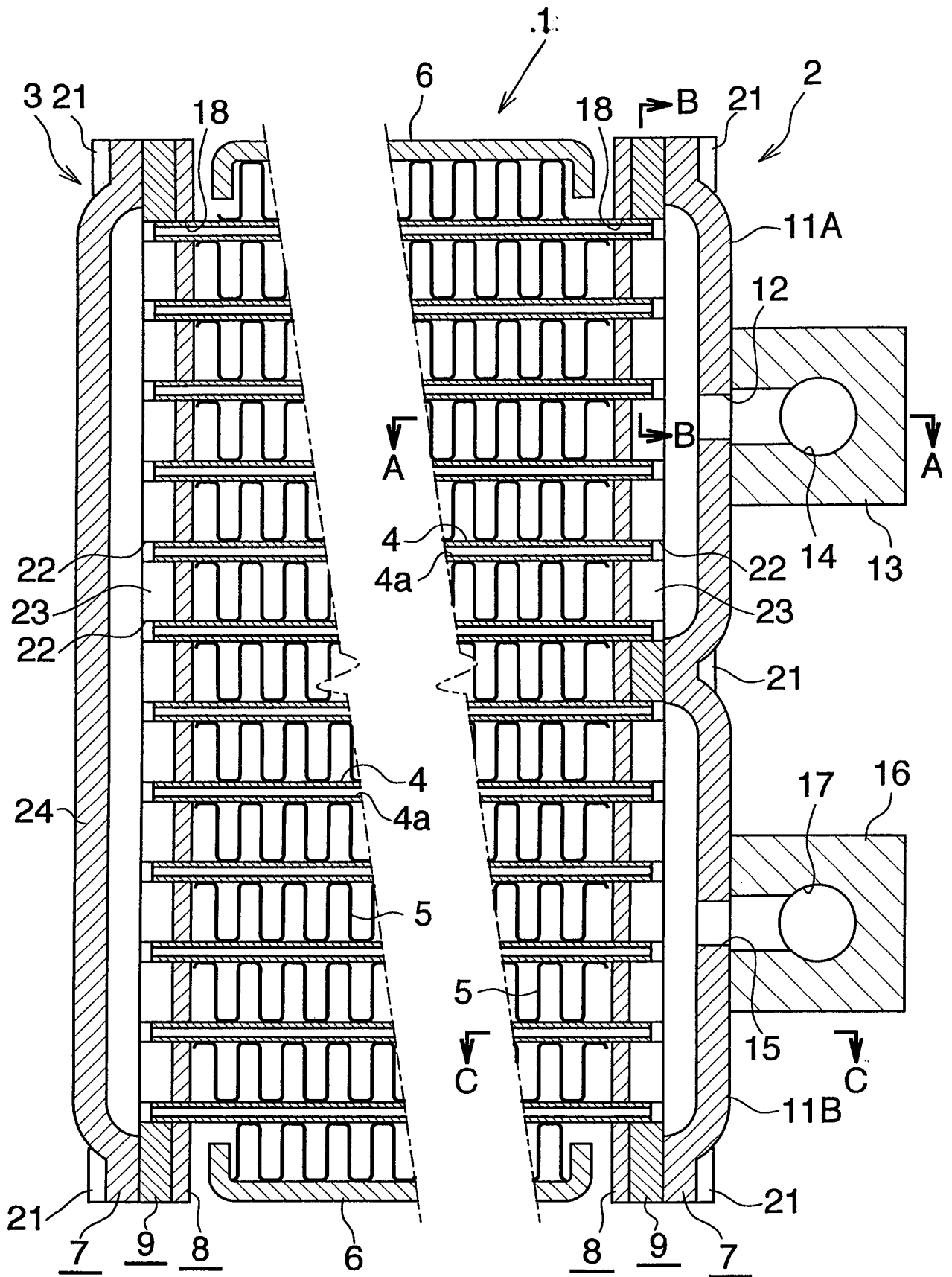
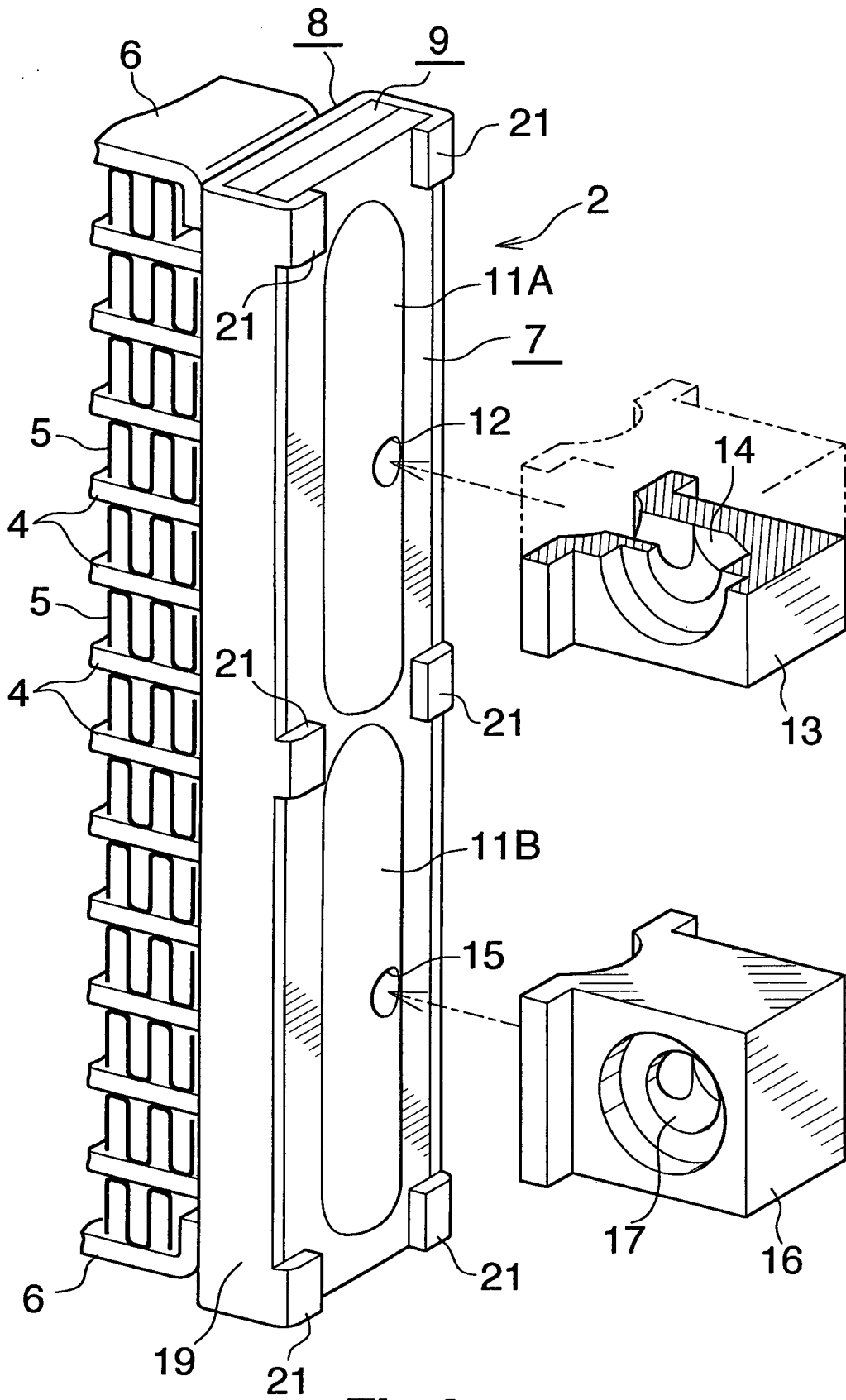


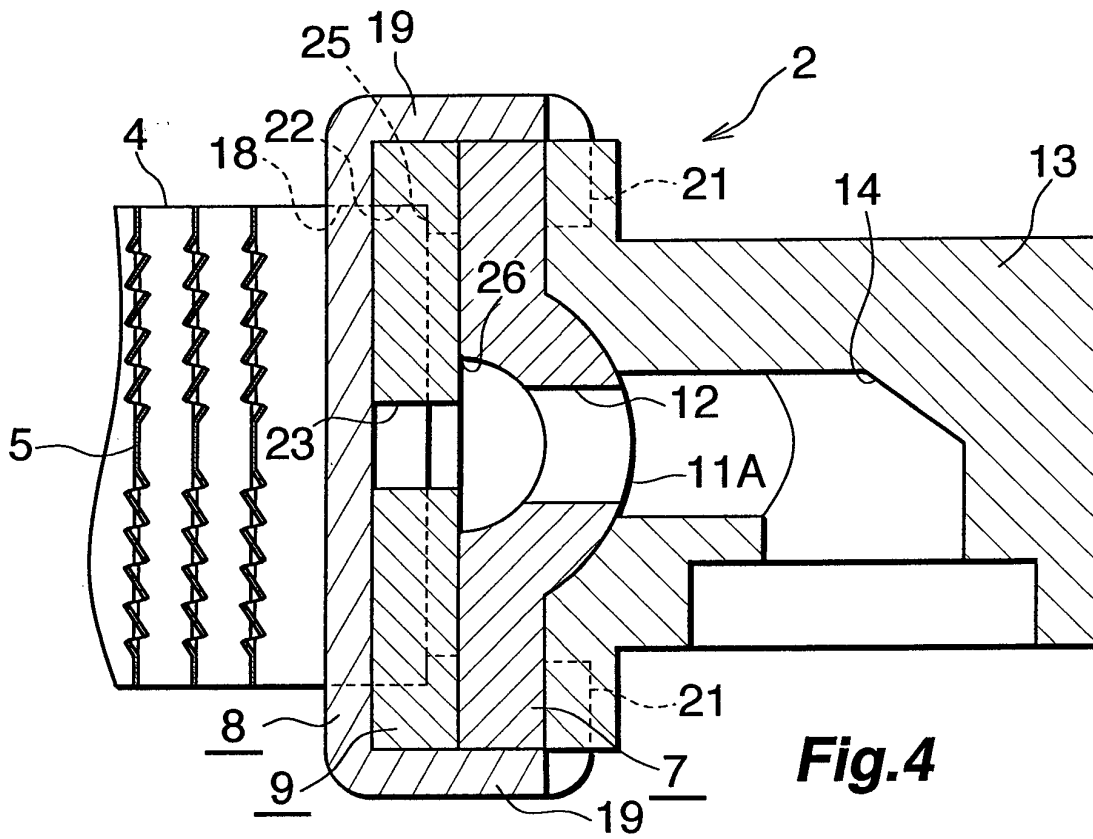
Fig.1



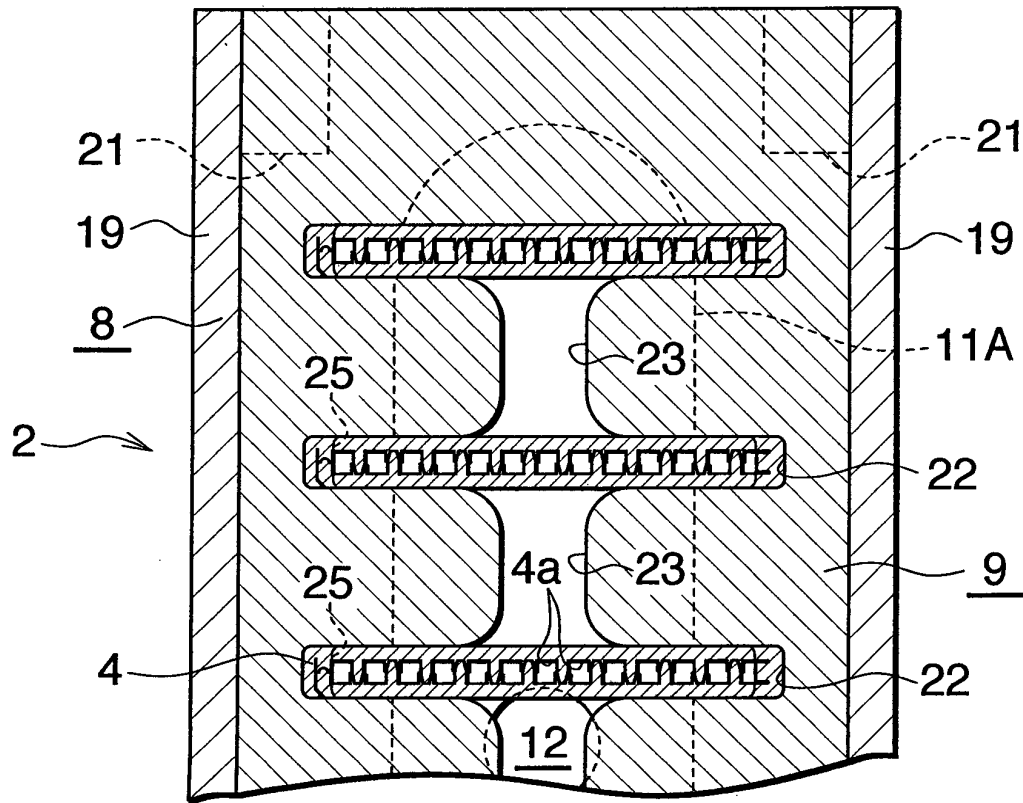
**Fig.2**



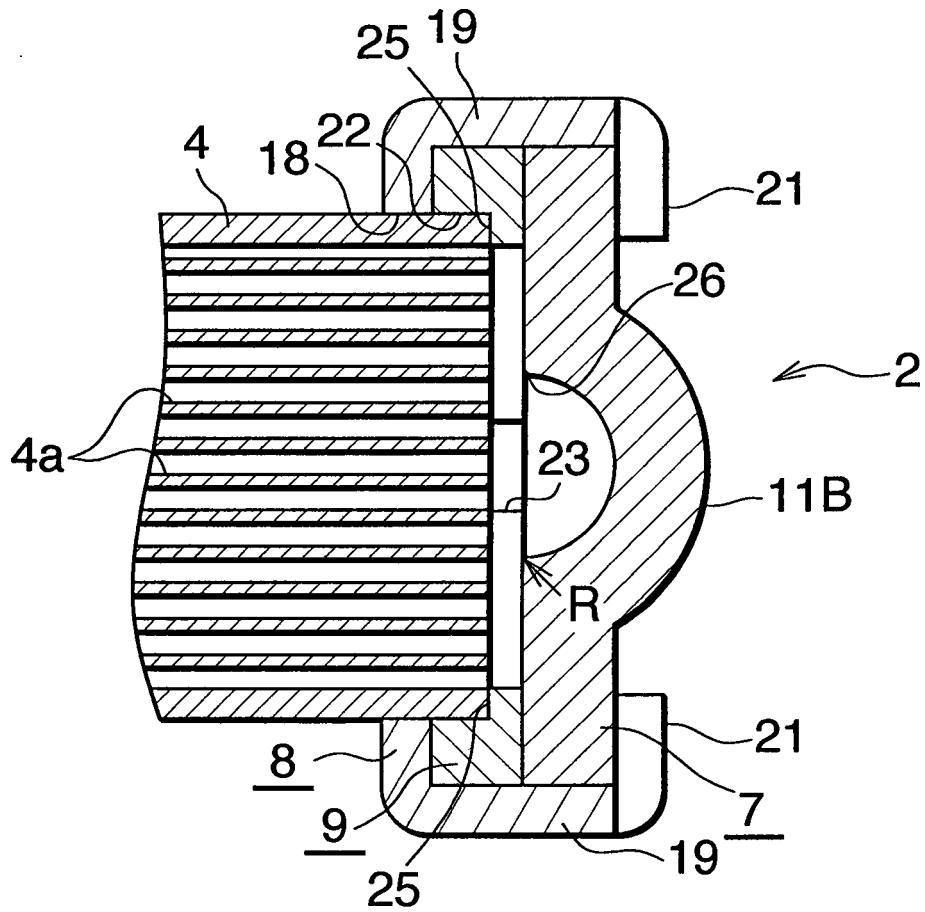
**Fig.3**



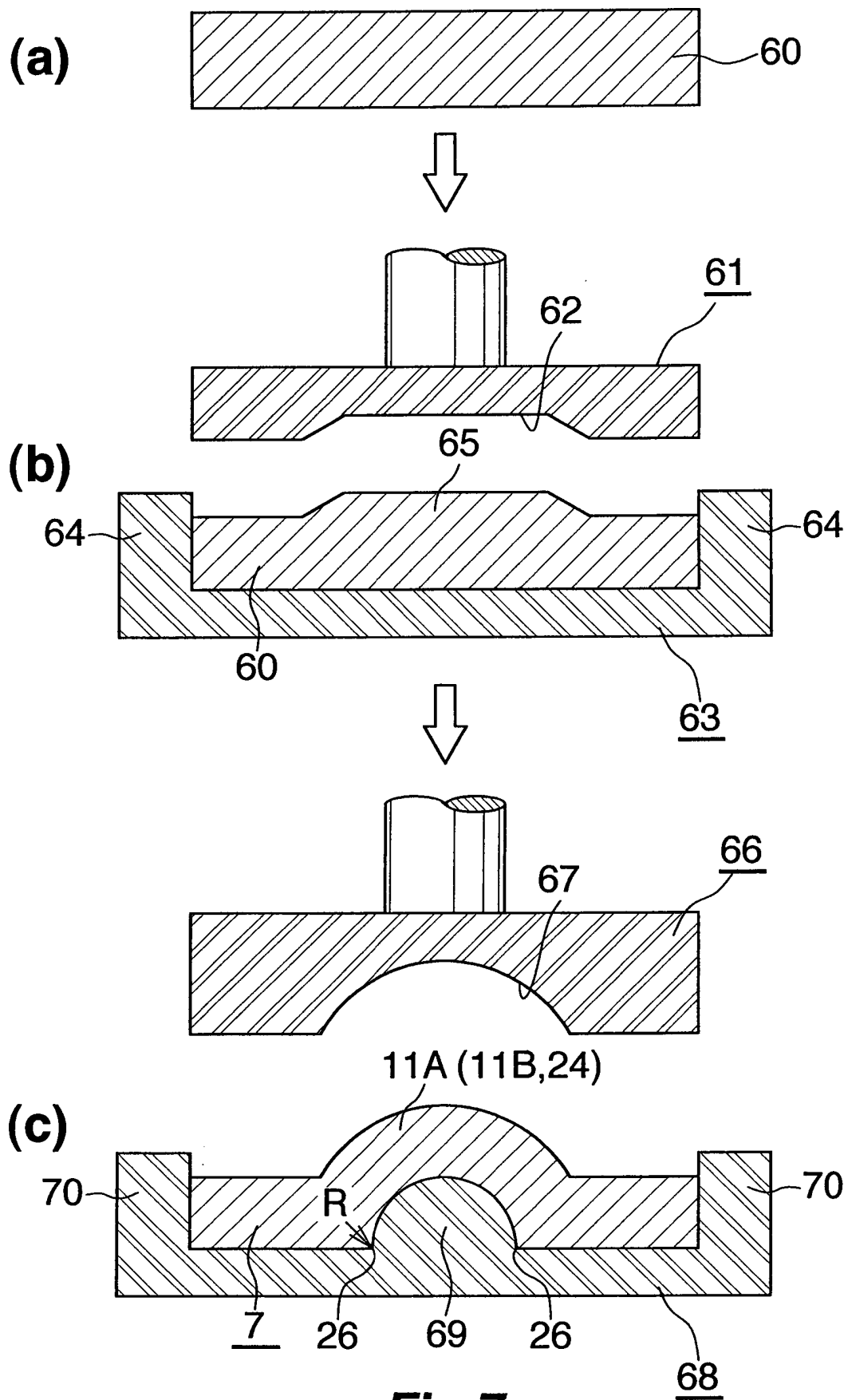
**Fig.4**



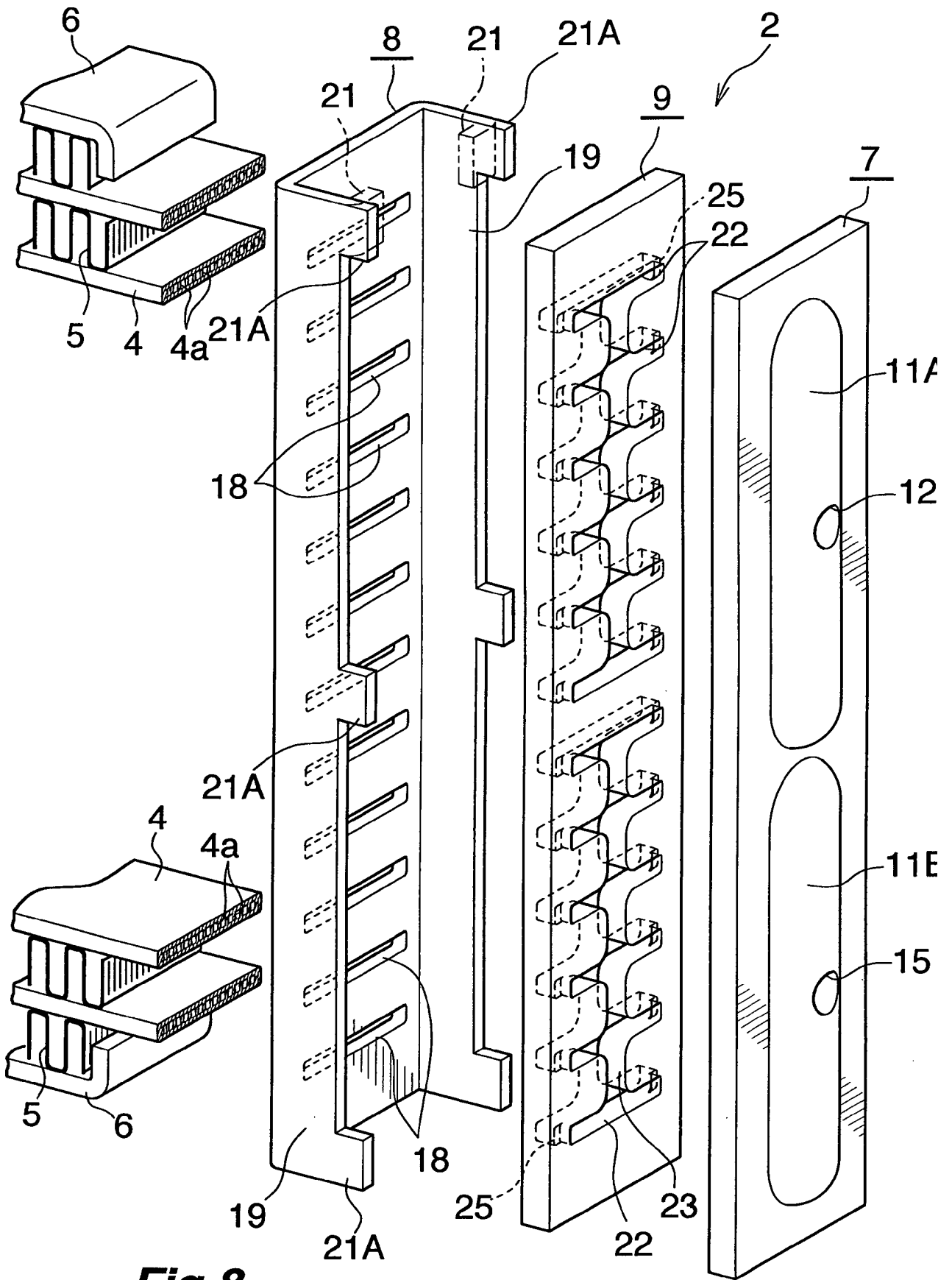
**Fig.5**



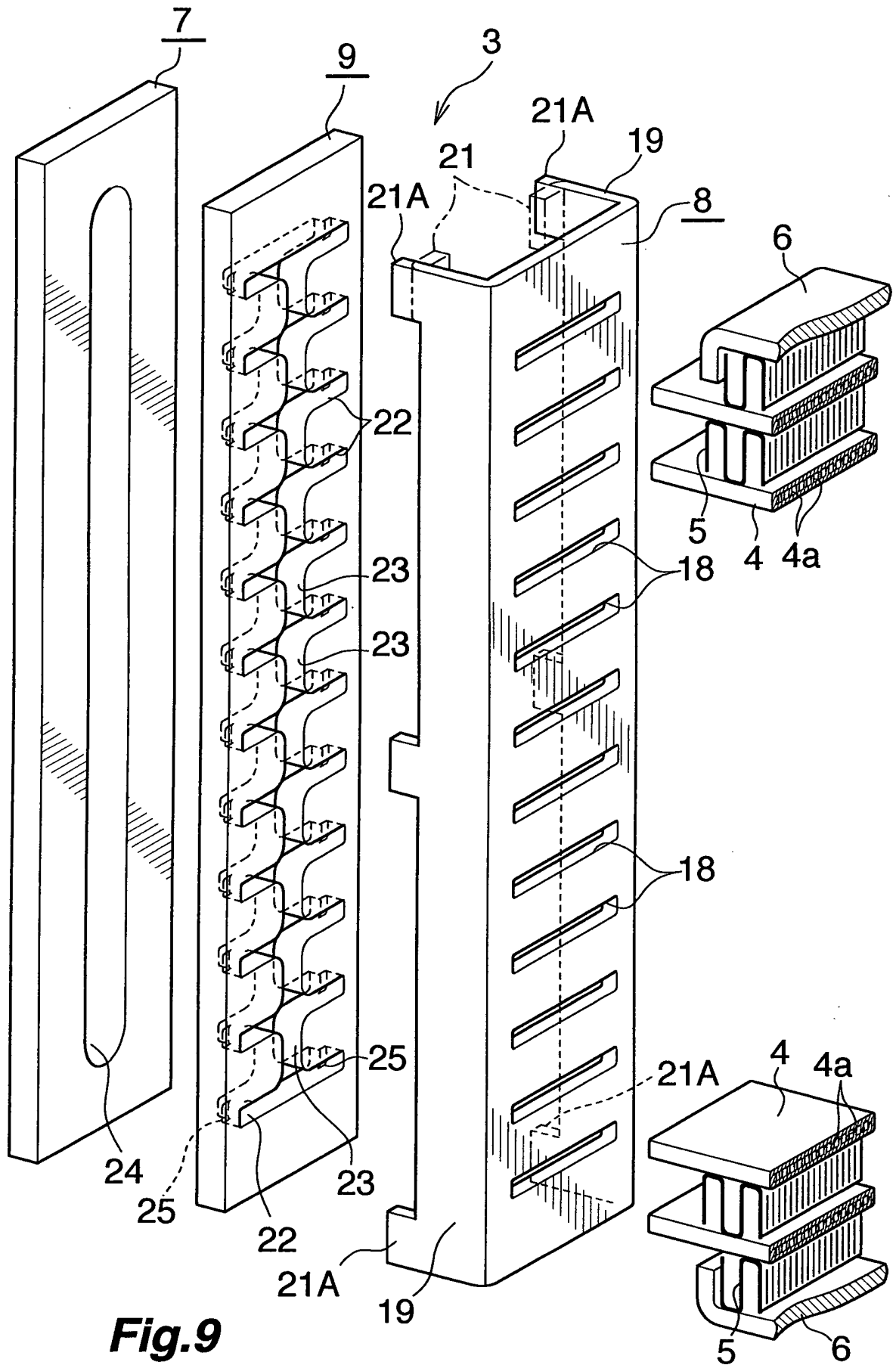
**Fig.6**



**Fig. 7**

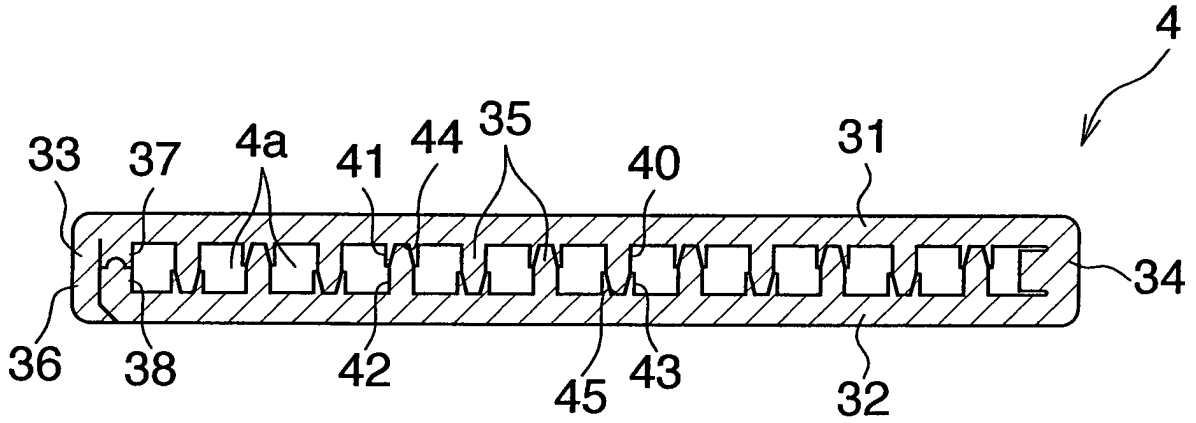


**Fig. 8**

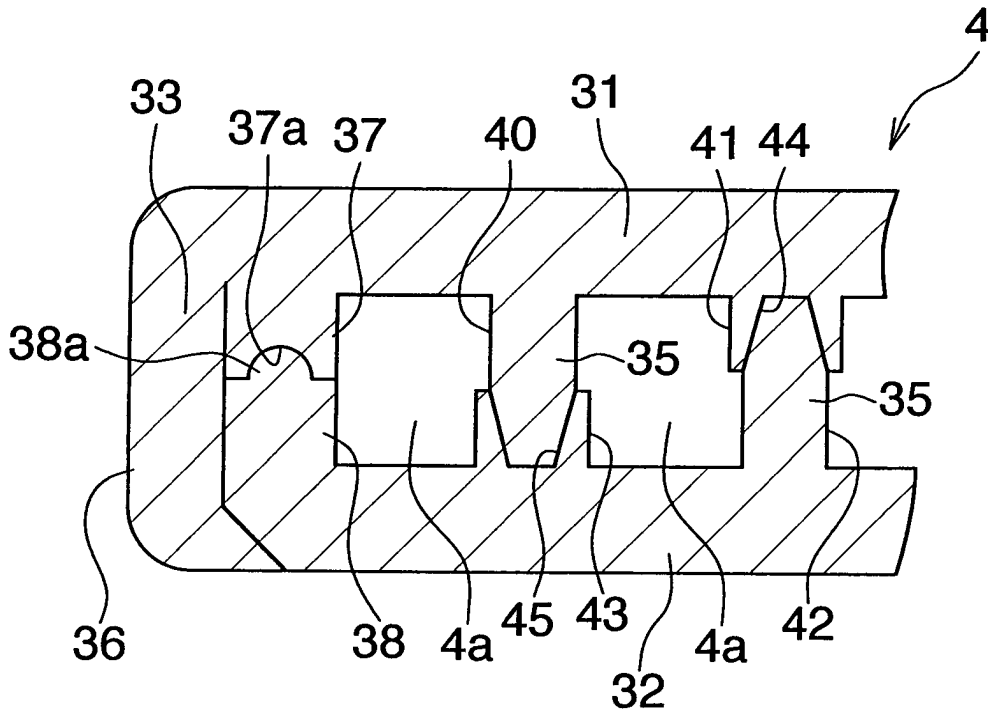


**Fig.9**



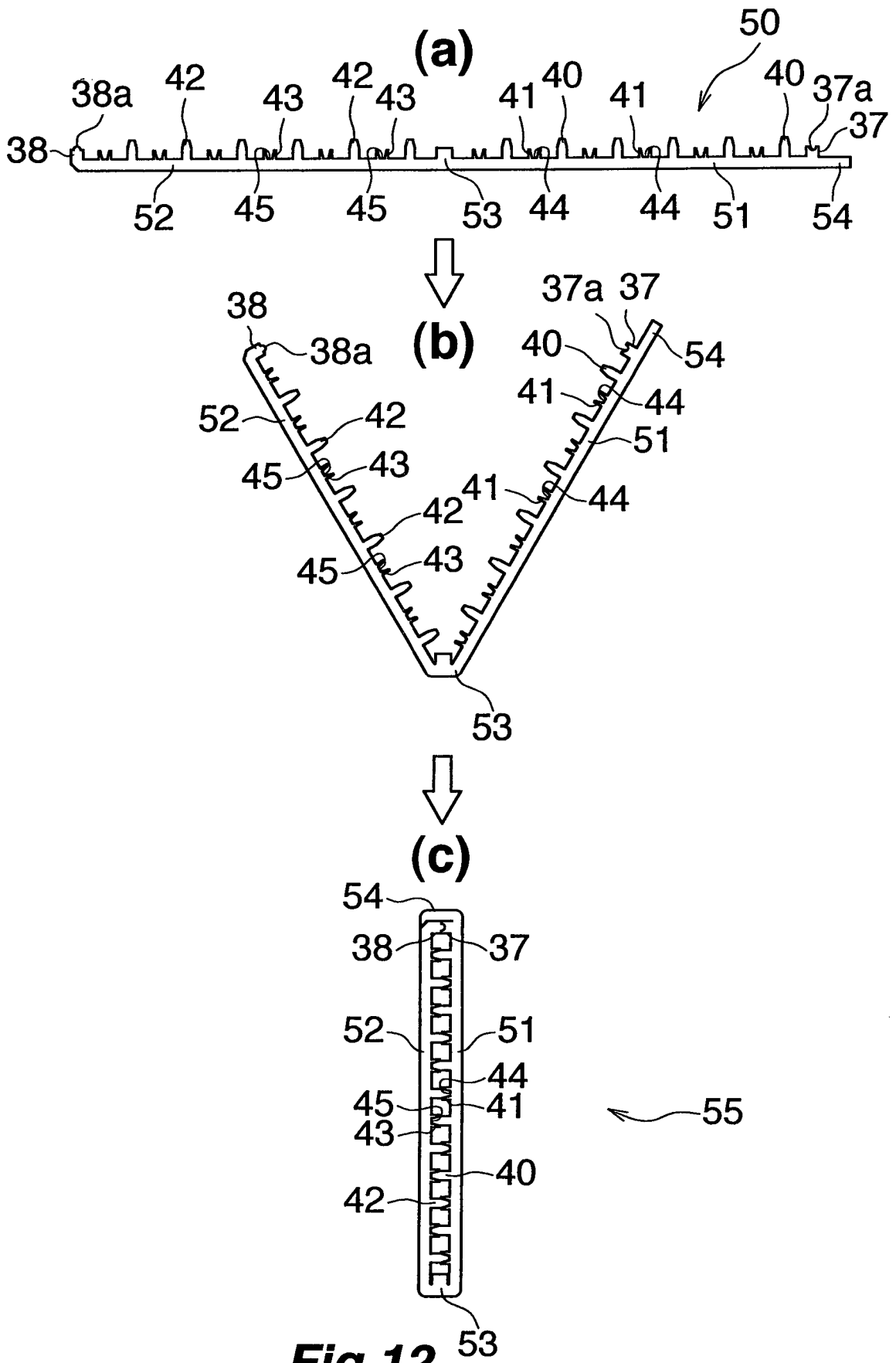


**Fig. 10**

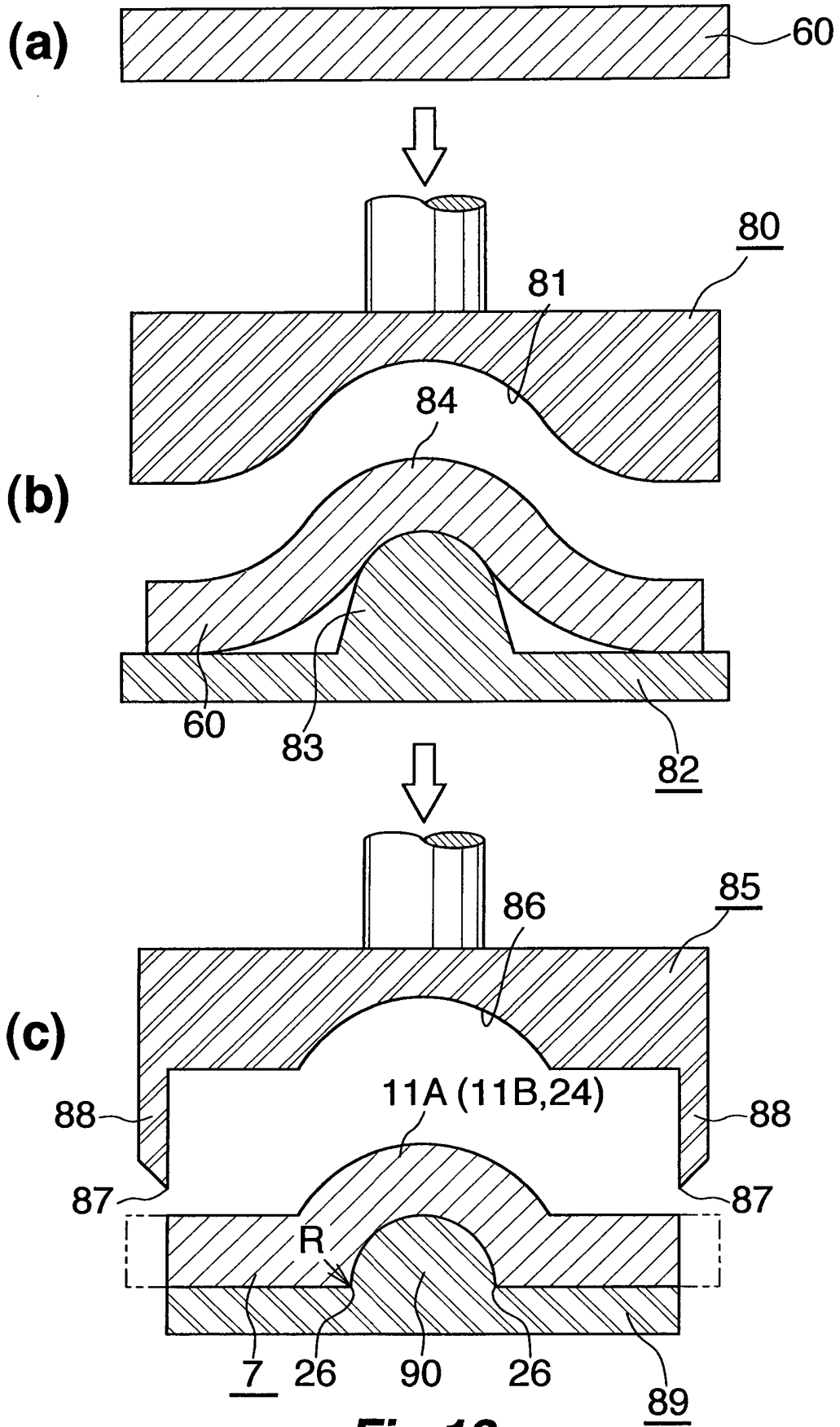


**Fig. 11**

9/11



**Fig. 12**



**Fig. 13**